



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DBO-BIOELECTRICIDAD,
UTILIZANDO CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANO,
PARA EL MONITOREO DE LIXIVIADOS.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: CEVALLOS CHICAIZA PAOLA MONSERRATH

TUTOR: DR. PhD. CELSO GUILLERMO RECALDE MORENO

RIOBAMBA – ECUADOR

2018

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DBO-BIOELECTRICIDAD, UTILIZANDO CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANO, PARA EL MONITOREO DE LIXIVIADOS” de responsabilidad de la señorita: Paola Monserrath Cevallos Chicaiza, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

Dr. Celso Recalde
DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN

Ing. Camilo Haro
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

©**2018**, Paola Monserrath Cevallos Chicaiza.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Paola Monserrath Cevallos Chicaiza, declaramos que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académicas de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba,..... De..... del 2018

Paola Monserrath Cevallos Chicaiza

C.I. 180426823-1

Yo, Paola Monserrath Cevallos Chicaiza, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Proyecto de Titulación y el patrimonio intelectual del Proyecto de titulación, pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Paola Monserrath Cevallos Chicaiza

DEDICATORIA

Dedico este proyecto al ser supremo que es Dios. Porque Grandes son las obras del SEÑOR, buscadas por todos los que se deleitan en ellas (Sal 111: 2). A mi Mami y hermanos por su gran y puro amor, su firmeza, sabiduría, que me ayudaron a crecer. A mis tíos y abuelitos queridos que me ayudaron con ánimos, fuerza y amor, inculcándome que se debe de luchar frente a toda adversidad. A mis amigas Paola, Estefania, Lesly, Elsa, JP, Milena, Yady, que me acompañaron en los trayectos durante toda la carrera.

Monserrath

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por ser el pilar fundamental de mi familia y por sus propósitos en mi vida, por brindarme salud, confianza y su apoyo incondicional a través de mi mami y hermanos dándome sus consejos, sus oraciones y la enseñanza de perseverar a lo largo de mi proceso formativo. Les amo mucho.

Al Centro de Investigación de Energías Alternativas y Ambiente, directivos, técnicos, por brindarme su apoyo, confiar en mí y hacer posible esta investigación.

Al PhD Celso Recalde, director de tesis y al MsC. Camilo Haro, asesor de tesis, por paciencia, su guía y continuo asesoramiento.

Al Ing. Roberto Arias, Ing. Rafael Cordova, Ing. Romel Palaguachi, por su ayuda desinteresada y su permanente apoyo a los tesisistas.

Finalmente agradezco a la Ing. Elsa Pilataxi, Ing. Guilson Pucha, Ing. Lesly Diaz y compañeros del GEAA que directa o indirecta ayudaron a culminar exitosamente este proyecto.

Monserrath

INDICE DEL CONTENIDO

RESUMEN xiv

SUMARY xv

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Marco Fundamental Teórico	3
1.2.1. Microorganismos m.o.	3
1.2.1.1. Clasificación de los microorganismos:	4
1.2.1.2. Microorganismos electrogénicos.....	4
1.2.1.3. Celdas de Combustible Microbianas “CCM”	5
1.2.2. Biosensor.....	7
1.2.2.1. Estructura y sustratos utilizados en un Biosensor:	7
1.2.2.2. Lixiviado	8
1.2.2.3. Inóculo utilizado en el biosensor.....	9
1.2.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	10
1.2.3.1. Medición de DBO con CCM.....	10
2.1. Ubicación de la investigación.....	12
2.1.1. Lugar de Estudio.....	12
2.2. Hipótesis	12
2.2.1. Variables	12
2.3. Tipo y Diseño de la Investigación	12
2.4. Unidad de Análisis	12
2.5. Población de Estudio	12
2.6. Tamaño y recolección de la muestra	13
2.7. Técnicas de Recolección de Datos	13
2.8. Muestreo	13
2.8.1. Muestreo del inóculo para la CCM.....	13
2.8.1.1. Muestreo de Suelo	14
2.8.1.2. Muestreo de Lodo.	15
2.8.2. Muestreo y preparación de sustratos a utilizar.....	15
2.9. Caracterización Físico Química de los Sustratos.....	16
2.10. Construcción de las CCM	16
2.10.1. Implementación de las CCM.....	17

2.11.	Dosificación o alimentación de las CCM	18
2.12.	Tratamiento de los datos atípicos	18
CAPITULO III.....		21
3.	CALCULOS Y RESULTADOS:.....	21
3.1.	Análisis de la Caracterización Físico Químico de los Sustratos	21
3.2.	Dosificación del Sustrato.....	21
3.2.1.	<i>Cálculo de la dosificación para los sustratos.....</i>	<i>21</i>
3.2.2.	<i>Resultados de la dosificación de sustratos.....</i>	<i>21</i>
3.3.	Recolección de Datos mediante el Software LabVIEW para la producción de bioelectricidad.....	26
3.4.	Prueba de Hipótesis	29
3.4.1	<i>Hipótesis Estadística:.....</i>	<i>29</i>
DISCUSIÓN Y RESULTADOS.....		30
CONCLUSIONES:		32
RECOMENDACIONES:		33
BIBLIOGRAFÍA:		34
ANEXOS		37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Representación básica de un biosensor.....	7
Figura 2-1: Estructura de una Cámara de Combustible Microbianas	8
Figura 1-2: Suelo de paramo muestreado.	14
Figura 2-2: Muestreo de lodo, Fábrica Textilera FASHION COLOR	15
Figura 3-2 Adaptación de las CCM a una capacidad de 3.5 de los Bidones.	17
Figura 4-2: Colocación de lodo en la Cámara Anódica.	17
Figura 5-2: Monitoreo de las CCM con el dispositivo DAQ 69000 en las CCM.....	18
Figura 6-2: Preparación de los sustratos	18

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1-2: Diagrama de caja, Datos atípicos, Programa Rstudio.	19
Gráfico 1-3: Producción de bioelectricidad en el RS1 mediante los m.o. electrogénicos alimentados con ARS (DBO 200ppm), utilizando como inóculo suelo de páramo de PICHAN.	23
Gráfico 2-3: Comparación de la producción de bioelectricidad en las celdas RF1 y RF2 alimentados con ARS.	23
Gráfico 3-3: Producción de bioelectricidad mediante los m.o. electrogénicos alimentados con ART (DBO 200ppm), en la RS1	24
Gráfico 4-3: Comparación de la producción de bioelectricidad en las celdas RF1 y RF2 alimentados con ART (200ppm).	24
Gráfico 5-3: Producción de bioelectricidad del biosensor RS1 alimentado con X (DBO 200ppm).	25
Gráfico 6-3: Producción de bioelectricidad del biosensor RF2 alimentado con X (DBO 200ppm).	25
Gráfico 7-3. Producción de bioelectricidad del biosensor RS1 alimentado con lixiviados a concentraciones de 200ppm, 100ppm y 300ppm.	28
Gráfico 8-3. Producción de bioelectricidad del biosensor RF1 alimentado con lixiviados a concentraciones de 200ppm, 100ppm y 300ppm.	28
Gráfico 9-3. Producción de bioelectricidad del biosensor RF1 alimentado con lixiviados a concentraciones de 200ppm, 100ppm y 300ppm.	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Componentes de un biosensor	7
Tabla 2-1: Sustratos Utilizados en CCMs.....	8
Tabla 3-1: Clasificación de los tipos de lixiviados en función de la edad.	8
Tabla 4-1: Concentraciones de DBO ₅ en diferentes tipos de aguas.....	10
Tabla 1-2: Parámetros Físico Químicos de los sustratos.	16
Tabla 1-3: Análisis de los Sustratos.....	21
Tabla 3-3: Tiempo de respuesta de la estabilidad de las celdas frente al sustrato, mediante voltaje producido.....	22
Tabla 5-3: Tiempo de respuesta de la estabilidad de las celdas frente al sustrato, mediante voltaje producido.....	27
Tabla 6-3: Aplicación del test Friedman Rank Sum Test	29

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	DATOS RECOLECTADOS AL SUMINISTRAR EL ARTZ.....	37
ANEXO 2.	PRODUCCIÓN DE VOLTAJE VS CONCENTRACIÓN. DATOS RECOLECTADOS AL SUMINISTRAR EL ART	67
ANEXO 3.	ANALISIS DEL SUELO.	70
ANEXO 4.	ANALISIS DEL LODO.	71

ABREVIATURAS

m.o: Microorganismo

CCM: Celdas de Combustible Microbiana

CS: Biosensores con suelo como inóculo

CF: Biosensores con Lodo como inóculo

ARS: Agua Residual Sintética

ART: Agua Residual de la Textilera

X: Lixiviado

Xn: Lixiviado a distintas concentraciones

RS1: Celda de tratamiento de Suelo

RS2: Réplica de la celda de tratamiento de suelo

RF1: Celda de tratamiento de Lodo

RF2: Réplica de la celda de tratamiento de Lodo

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

SOx: Óxidos de Azufre

NOx: Óxidos de Nitrógeno

U: Uranio

UASB: CCM con una manta de lodos anaeróbicos de flujo ascendente

DQO: Demanda Química De Oxígeno

OD: Oxígeno Disuelto

RESUMEN

En la presente investigación se utilizó Celdas de Combustible Microbianas (CCM) como biosensor con el objetivo de determinar la relación entre la concentración de DBO y la producción de bioelectricidad. Para ello se implementó 4 CCM de cámara simple con el cátodo expuesto parcialmente al aire, dos de ellas fueron inoculadas con suelo de paramo de Pichan-Chimborazo y las dos restantes con lodos de la textilera FASHION COLOR Pelileo-Tungurahua. La alimentación de las CCM se dio en dos etapas mediante el suministro con agua.

En una primera etapa se monitoreo la producción de bioelectricidad generada por los m.o., usando como sustratos agua residual sintética, agua residual textilera y lixiviados, por 17, 32 y 20 días respectivamente, con una misma concentración. Las CCM actuaron como biosensor al introducir agua residual sintética y textilera al obtenerse una misma producción de bioelectricidad en cada alimentación. No obstante, para las celdas alimentadas con lixiviados el tiempo de respuesta fue corto pero con una generación de bioelectricidad variable.

Finalmente, se suministró diariamente durante 8 días a las celdas tres concentraciones distintas de lixiviados cada 48 horas, obteniéndose con las celdas de suelo un tiempo de respuesta corto y estable. Sin embargo, las celdas de lodo presentaron una mayor estabilidad, mostrando su potencial como biosensor debido a la relación que existe entre la generación de bioelectricidad y la DBO.

Palabras clave: <BIOSENSOR><LIXIVIADO><LODO><SUELO DE
PARAMO><VOLTAJE><CCM>

SUMMARY

In the present investigation, Microbial Fuel Cells (CCM) were used as biosensor with the objective of determining the relationship between BOD concentration and bioelectricity production. For this, 4 CCM of single chamber with the cathode partially exposed to the air was implemented, two of them were inoculated with Pichan-Chimborazo paramo floor and the remaining two with sludge from the FASHION COLOR Pelileo-Tungurahua textile mill. The CCM was fed in two stages by supplying water. In a first stage, the production of bioelectricity generated by the m.o. was monitored, using synthetic wastewater, textile wastewater and leachate as substrates, for 17, 32 and 20 days respectively, with the same concentration. The CCM acted as biosensor by introducing synthetic and textile wastewater by obtaining the same bioelectricity production in each power supply. However, for leachate fed cells, the response time was short but with a variable bioelectricity generation. Finally, three different concentrations of leachate were supplied daily for 8 days to the cells every 48 hours, obtaining a short and stable response time with the soil cells. However, the mud cells showed greater stability, showing their potential as a biosensor due to the relationship between the generation of bioelectricity and the BOD.

Keywords: <BIOSENSOR><LIXIVIATE> <LODO> <PARAMO FLOOR> <VOLTAGE>
<CCM>

INTRODUCCIÓN

Identificación

Los presupuestos y las restricciones tecnológicas no permiten un monitoreo continuo de la DBO en los lixiviados, limitando la capacidad de gestión en los rellenos sanitarios. Por tanto, se desconoce la calidad de carga orgánica que se desemboca en el cuerpo de agua, y si este se encuentra fuera de los límites permisibles, según la normativa ambiental INEN 2014. Ocasionando un desequilibrio en el ecosistema y afectando a la calidad de vida de la población. Además, no existe una metodología que pueda ser aplicada *in situ*, que sea rápida y barata para el gestor ambiental.

ANTECEDENTES

Justificación

Según se manifiesta en el decreto ejecutivo 061, el Ministerio del Ambiente es el ente encargado a nivel nacional de establecer los criterios para el monitoreo y el control de las descargas de efluentes hacia cuerpos de agua dulce, permitiendo determinar el grado de cumplimiento de las instituciones generadoras, de manera que garantice el mejoramiento de la calidad ambiental.

Uno de los parámetros principales para determinar la carga contaminante de efluentes es la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).q Misma que puede ser analizada sea por procesos químicos o biológicose realiza por análisis químicos. Debido a los costos que representaría el monitoreo continuo de dicho parámetro, la búsqueda de nuevos métodos que sean económicamente viables, permitirá realizar un monitoreo continuo de diferentes descargas (aguas residuales, lixiviados).

Al no existir una tecnología que permita monitorear la DBO se han realizado estudios de investigación con Celdas de Combustible Microbiano (CCM) que relaciona la cantidad de DBO con la bioelectricidad generada considerándose biosensor (Logroño, W, *et al.* ;2016). Esta tecnología se basa en aprovechar la biodiversidad microbiana autoctona. Frente a esto, el monitoreo de la DBO se convierte en un potencial debido a que se obtiene resultados confiables y no se puede aplicar únicamente con lixiviados sino con otro tipo de efluentes que se requiera. Además estos dispositivos pueden ser usados *in situ*, de fácil manejo.

OBJETIVOS

- **GENERAL**

Determinar la relación DBO-Bioelectricidad utilizando Celdas de Combustible Microbiano como biosensores, para el monitoreo de lixiviados del relleno sanitario del Cantón Ambato.

- **ESPECÍFICOS.**

- ✓ Implementar Celdas de Combustible Microbianas, utilizando suelos y lodos provenientes del páramo y de la textilera Fashion Color respectivamente, para la producción de bioelectricidad.
- Determinar la estabilidad y los tiempos de respuesta con de los microorganismos del suelo y lodos mediante la adición de agua residual sintética, agua textilera y lixiviados.
- ✓ Analizar estadísticamente la relación DBO-Bioelectricidad, mediante el monitoreo de las Celdas de Combustible Microbiano, para su aplicabilidad como biosensor.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

1.1.

La historia de los biosensores inició con el estudio realizado por , que demostró a través de un experimento, la en un líquido es proporcional al potencial eléctricoSeguido por Clark (1956) quien ó ()que y só. Clark y Lyons son considerados pioneros del, debido a sus descubrimientos que son utilizados para el .

de los , s. En el área lala a.

, l ,ndo ela través deAsí que, e doble canalel aguateniendo una en sus resultados.

E usada en CCM con suelos de paramo, dicha r

i en suelos como en aguas (m.o.). En base a este estudio se realizó el presente proyecto de titulación.

1.2. Marco Fundamental Teórico

1.2.1. Microorganismos m.o.M

La microorganismos, son organismos microscópicos que ocupan un 60 % de la biomasa total de manera diversa en la tierra, y se caracterizan por tener una actividad metabólica de crecimiento, reproducción y producción de energía (Oliart-Ros et al., 2016), Los dosm.o. ancestrales que han colonizado exitosamente cada nicho ecológico posible, abriendo paso a estudios de tipos de microbiología de aire, agua, suelo; p tanto, la microbiología del suelo estudia las funciones y

actividades que tienen los microorganismos en el mismo, siendo esenciales para la agronomía y la ciencia ambiental, son degradadores de la materia orgánica convirtiéndole a nutrientes simples para la asimilación de otros organismos,(Pérez, et. al, 2014).

1 Clasificación de los microorganismos:

De acuerdo a Tate II menciona que existen microorganismos que degradan la materia orgánica haciéndola nuevamente disponible para las plantas, , y que actúan en diferentes actividades generadas por el hombre y su productividad, partiendo en la agricultura y en la elaboración de alimentos y medicinas. Brock relata de la existencia de que algunas levaduras son indispensable en la industria vinícola. Estas propiedades se atribuye a las características microbianas y ambientales que permiten cumplir con su función (Aguliera, L. ; Olalde, 1998)De acuerdo a Atlas II La capacidad que presentan los microorganismos para desarrollar un sin número de funciones se debe a su gran versatilidad bioquímica, basada en la posibilidad de llevar a cabo una enorme cantidad de tipos de reacciones. La oxidación (microorganismos electrogénicos (Correa et al, 2015,p.767), reducciones y precipitaciones, son donde sobre los elementos componentes de lo que llamamos vida, y que de manera directa o indirecta gobiernan todos los procesos en la tierra.(Aguliera, L. ; Olalde, 1998) Las bacterias oxidan la materia orgánica lo cual produce electrones y protones en el compartimiento anódico, que circulan los electrones por un circuito conductor externo determinando su acción al metabolismo que posee cada m.o.(Figueredo; Cortón, 2014)

3 Microorganismos electrogénicos.

Son microorganismos encargados de producir energía a partir de reacciones de oxidación de compuestos orgánicos, los mismos que liberan electrones , normalmente se encuentran en ambientes anaerobios como sedimentos de lagos o ríos (Correa et al, 2015, p. 767), donde metabolizan una serie de compuestos orgánicos, pudiendo, tal es así que dicha propiedad puede servir para la generación de electricidad (Tan et al., 1993) y en serenos. r para la ción de, considerándose así Es decir los microorganismos son utilizados como generadores de energía en las Celdas de Celdas de Combustible Microbiana (CCM), siendo una de.

En las CCM se utilizan m.o. electrogénicos (*Shewanella*, *Geobacter*, *Proteobacter* y *Pseudomonas*) de manera individual como inóculo o cultivo puro, sin embargo, existen cultivos

mixtos que interactúan biológicamente entre ellos debido a que comparte un ecosistema.(Richater et al., 2008).).

menciona Pant et al. que es un parámetro que se da, puesto a las interacciones complejas entre los consorcios microbianos y no solo a los microorganismos por fuera de la biopelícula desempeñando un papel sumamente importante donde degrada sustratos complejos en compuestos fácilmente metabolizables por los microorganismos electrogenicos(Mora Collazos et al., 2017)

ICeldas de Combustible Microbianas “CCM”.

SPlant et al., (2010) deduce que los sistemas bioelectroquímicos m.o. electrogénicos que convierten la energía química presentes en los sustratos orgánicos o inorgánicos directamente en energía a través de la actividad metabólica (Revelo, Hurtado, & Ruiz, 2013) de los microorganismos electrogenicamente activos (W. N. Logroño, Echeverría, Recalde, & Graziani, 2015), eléctrica(Revelo, Hurtado, & Ruiz., 2013); donde son necesarias la aplicabilidad de diferentes Las s

s,puertas en la comunidad científica ya que es posible la producción de una energía limpia mediante la utilización de la biomasa y el aprovechamiento del mismo (Revelo et al., 2013), presentando ciertas ventajas en relación a otros dispositivos, donde pueden operar a diferentes temperaturas, no generan compuestos de SO_x o NO_x y la cantidad de CO₂ no es representativa(Rahimnejad, Adhami, Darvari, Zirepour, & Oh, 2015);(Mora Collazos et al., 2017);

Entre las aplicaciones más destacadas se encuentra el tratamiento de aguas residuales en donde se encarga de la eliminación de proteínas y otros tipos de compuestos químicos, biorremediador de Uranio de manera in situ, eliminador de cloro proveniente de diversos solventes clorados, reductor de perclorato, nitrato y oxígeno, abproductor de combustible a través de la electrolisis microbiana para la producción de hidrógeno, y el más importante es el biosensor que es encargado de medir parámetros de un líquido en particular entre ellos la DBO y el pH . Para el desarrollo de la CCM de forma eficiente se necesita la colaboración de diferentes disciplinas y técnicas como la microbiología, la electroquímica y la ingeniería.(Collazos & Montaña, 2017), que son útiles para la configuración, funcionamiento e interpretación de los datos.

Existen dos tipos de configuraciones que son: según Feng et al., la Cámara Doble empleando para sustratos líquidos y la Cámara simple que es de fácil instalación (W. N. Logroño et al., 2015); la mayoría de las CCM se encuentran constituidas (Fig. 1-1) por una cámara anódica y una cámara catódica , las mismas que se encuentran físicamente separadas por una membrana de intercambio protónico (PEM), existe un biocatalizador activo en el ánodo que oxida los sustratos orgánicos dando como resultado la producción de los electrones y protones.

Los protones son transportados a la cámara catódica a través de la membrana de intercambio protónico(PEM) y los electrones son transportados a través del circuito externo, estos dos reaccionan en la cámara catódica creando reacciones de reducción paralela de oxígeno a agua (Rahimnejad et al., 2015). La eficiencia de las CCM para generar bioelectricidad depende de la cámara anódica siendo esta la más importante, debido a que todas las condiciones

esenciales para la degradación del sustrato se proporcionan en la misma (Rahimnejad et al., 2015). Sharma nos dice que para el rendimiento idóneo donde influyen factores como:

- 1) Consumo de oxígeno de la cámara catódica
- 2) Oxidación en la cámara anódica a partir del sustrato
- 3) Transferencia de electrones a la superficie anódica.
- 4) Impermeabilidad en la membrana de intercambio protónico.

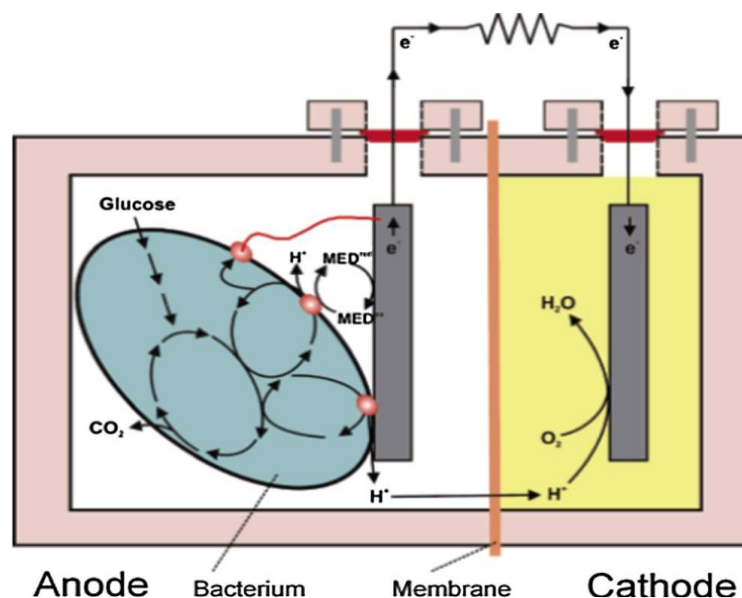


Figura 1-1 Constitución de una Cámara de Combustible Microbiana (CCM)

Fuente: Mostafa R. ELSIVER, 2006.

Las CCMs son inoculadas con microorganismos propios del sustrato o ajenos al sustrato pero deben mantener propiedades electrogenicas, cuando esto sucede los microorganismos presentan un fase de latencia durante los primeros días, Mora A. menciona que dentro de los 7 primeros días puede durar esta fase a esto le sigue un rápido incremento del desempeño electroquímico llegado a una fase en donde la potencia se muestra con un comportamiento oscilatorio. Las CCM son alimentadas de forma continua con sustratos provenientes de origen natural como: lagos, sedimentos marinos, efluentes provenientes de aguas residuales domesticas e industriales (Mora Collazos et al., 2017) lodos anaeróbicos provenientes de aguas residuales, material de desecho de rellenos sanitarios (Revelo et al., 2013), para definir el sustrato se debe considerar el costo y su concentración. Siendo el sustrato la base para la generación de energía y convirtiéndolos en fuente de combustible para la celda. Véase Tabla 1 (Lui, Cha, & Mattiasson, 2010)

Tabla 1-1 Sustratos Utilizados en CCMs

Entre SUSTRATO	eEl	TIPO DE CCM	P_{\max} (mW/m ²)	REFERENCIA
Glucosa		Cámara Doble	283	Rahimnejad et al (2011)
Suero de Queso		Cámara Doble	42	Stamatelatou et al (2011)
Desperdicios de Alimentos		Cámara Simple	207,2	Kannalah and Venkata (2011)

Con aceite de palma de acetato de efluentes	Cámara doble	622	Jong et al. (2011)
Las aguas residuales lácteos	Cámara Simple	5,7	Ayyaru and Dharmalingam (2011)
Lixiviados	Cámara Simple	20,9	Vázquez- Larios et al. (2011)

Realizado por: Paola Cevallos, 2018

1Ei, y son utilizados En la -1 se encuentran los componentes de un biosensor. .

igura 1-1:

Al convertirse en una alternativa biotecnológica, se han realizado una serie de investigaciones que facilitan las necesidades industriales, ambientales y alimentarias. De hecho, la contaminación generada en aguas residuales industriales a causa del P-nitrofenol creó la necesidad de un monitoreo continuo abriendo paso a la aplicación de las CCM de cámara doble como biosensor para su monitoreo in situ del mismo utilizando *Pseudomonas monteilii* LZU-3 como inóculo puro, en la que la concentración máxima de P-Nitrofenol fue 50ppm. El sustrato (agua industrial) contenía varios compuestos aromáticos adicionales e iones metálicos; sin embargo, esto no afectó al rendimiento del biosensor y a la correlación entre las tensiones máximas (Chen, 2016). Este sistema presentó un inóculo simple o puro que mantiene una estabilidad durante un tiempo no considerable, al contrario, cuando se han utilizado inóculos mixtos como: suelo, lodo, consorcio microbiano, entre otros; su estabilidad tiende a ser mayor y tiene una mejor afinidad sobre diferentes sustratos.

Por otra parte, la existencia de un sistema híbrido que integra un biosensor basado en CCM con una manta de lodos anaeróbicos de flujo ascendente (UASB), es útil para el monitoreo en tiempo real en el tratamiento de aguas residuales, tiene la capacidad de eliminar la DQO de mejor manera que otros procesos químicos, este sistema presentó un gran potencial donde el 0,94% de DQO se transformó en energía.

La selección de las CCM como biosensor depende del comportamiento de los microorganismos utilizados en la cámara anódica; sin embargo, la aplicación de biosensor de enzimas de células vivas o de organismos vivos, ofrecen soluciones eficientes para la detección y degradación de cualquier compuesto tóxico en el sustrato utilizado.(Chen et al., 2016a) (Jia et al., 2016)

1.2.2.1. en un

Como se observa la Fig.1-1 del apartado anterior, los componentes del biosensor tienden a ser analito, bioreceptor, transductor, electrónica y monitor cuya finalidad se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 1-1: Componentes de un biosensor

Componente	Función	Referencia
Analito	Sustancia, parámetro de interés que necesita ser investigado por ejemplo glucosa, pH, DBO	(Bhalla et al., n.d.) (Logroño, W., et al., 2016)
Bioreceptor	Molécula que reconoce específicamente el analito así como Enzimas, células, el ADN.	(Bhalla et al., n.d.) (Mehrotra, 2016b)
Transductor	Elemento que convierte una forma de energía en otra, proceso conocido como señalización como señales eléctricas u óptimas que pueden o no, ser proporcionales a la cantidad de interacciones.	(Bhalla et al., n.d.)
Electrónica	Procesa la señal traducida y la prepara para su visualización.	(Bhalla et al., n.d.)
Monitor	Sistema de interpretación de datos que puede almacenar la base de datos generada, curvas comparables, entre otros. Se combina con Software que forma los resultados del biosensor a un lenguaje más comprensible.	(Bhalla et al., n.d.)

Realizado por: Cevallos, P. 2018

Un por tanto utiliza la misma configuración que una CCM, e que actúan como bioreceptor, el sustrato que contiene en su composición el analito a analizar, el ó que transforma la energía química en energía eléctrica (m.o. electroquímicos) y que se encarga de la parte electrónica de nuestro dispositivo.

No obstante, existen de CCM, el de cd(,;2015); el de cs, este último es y bajo costo. Las CCM de cámara simple han sido muy útiles para la determinación de DBO y se pueden combinar con el reactor de lecho de lodo anaerobio de flujo ascendente para el análisis en aguas residuales (Jia et al., 2016).

21 catódica, se dan

21: M

Los Biosensores o presenten electroquímicos. .

Los Biosensores so estos pueden ser ,domésticos ,material l , agua residuales sintéticas(Logroño, W. et al, 2016) y otros tipos v2-1. Pun,sla

21:

1.2.2.2. Lixiviado

So, (Di Iaconi, C., et al.; 2010). s e principal contaminante sanitarioSe caracteriza por arrastrar diferentes compuestos lo cual genera un incremento de la carga orgánica. Presenta una coloración se torna aviscoso (, at el.; en jóvenes o viejos a tiempo(31)viejos (; .

1:

, 1990

métodos biológicos en donde se aplican procesos aeróbicos y anaeróbicos, o por métodos físicos como la oxidación química, adsorción, precipitación química, coagulación, floculación/sedimentación, flotación y aire.

a) Tratamientos Biológicos

Se basan en procesos metabólicos de los m.o. anaeróbicos o aeróbicos de manera que remuevan la biomasa en suspensión. En la digestión anaerobia ocurren reacciones como acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis, encargadas de degradar la materia orgánica para obtener metano y dióxido de carbono en ausencia de oxígeno. A diferencia del proceso aeróbico no consume demasiada energía y la cantidad de sólidos producidos no es representativa (López, 2015)(Valles, 2013).

El tratamiento aerobio, es un proceso sencillo y de alta rentabilidad, elimina la mayor parte de materia orgánica y nitrógeno de los lixiviados que contiene una concentración alta de DBO con una relación DBO5/DQO $>0,5$. Los procesos para eliminación de contaminantes pueden ser: reactores de lodos activados, reactores de lotes secuenciales, humedales artificiales, entre otros (Valles, 2013).

L Ra .

1.2.2.3. *Inóculo utilizado en el biosensor*

Es la parte fundamental del biosensor puesto que los microorganismos electrogénicos son encargados de la degradación de la materia orgánica e inorgánica existente en el sustrato, convirtiendo la energía química en energía eléctrica. La gran mayoría de experimentos con CCM como biosensor utilizan inóculos mixtos debido a que actúan de manera eficiente en la degradación del sustrato, estos pueden ser inyectados en sustrato líquido o pueden ser introducidos conjuntamente con su medio de desarrollo natural, es decir se puede introducir lodos activados, residuos sólidos o suelo, en los cuales existen m.o. con características electrogénicas (Di, C. *et al.* 2010).

El uso de suelo no intervenido con residuos sólidos de la región amazónica y la región andina en las CCM evidenció que los m.o. del suelo poseen una gran diversidad microbiana y características óxido-reductoras las cuales pueden ser aprovechadas en procesos de transformación de energía electroquímica a energía eléctrica, dicha evidencia se logró a través de un monitoreo continuo de producción de electricidad plasmada en el software LAbVIEW (Logroño, W. *et al.*, 2015).

En estudios realizados con suelos de paramo en CCM de cámaras simple demostraron la relación entre la DBO (200ppm) del agua residual sintética suministrada y la producción de voltaje (40,6-58.8 mV) (Logroño, W. et al., 2016), mediante la inoculación que se realizó posterior a 144 días obteniendo 120 UFC en una dilución de 10^{-7} (Guambo, A.; Allauca, G.; 2015). Así mismo se puede utilizar lodos y agua de una planta de tratamiento de aguas residual textilera debido a que pueden catalizar la oxidación en la materia orgánica convirtiéndose en una opción adecuada para las CCM como inóculo mixto (Logroño, W. et al 2016).

1.2.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) Describe la cantidad de oxígeno que necesitan los m.o. para oxidar los residuos orgánicos de modo aerobio, parámetro que es utilizado como medida de la materia orgánica biodegradable presente en la muestra de agua, siendo este un indicador importante en la medición de contaminación de aguas. Entre otras aplicaciones se menciona (Raffo Lecca & Ruiz Lizama, 2014).

- Medición de la calidad en aguas superficiales y aguas residuales.
- Establecimiento de límites máximos permisibles.
- Evaluación de plantas de tratamientos de aguas residuales
- Diseño de unidades de tratamiento biológico.

Si las aguas de descarga consistieran únicamente en agua negra, doméstica, cruda o tratada, sería muy simple la medición de la DBO, pero la mayor parte de las aguas de descarga contienen desechos de naturaleza compleja y pueden contener compuestos orgánicos susceptibles a la oxidación biológica, convirtiéndose en un impacto negativo económico y ambiental. En la TABLA 4-1 se describe la cantidad de DBO₅ que poseen diferentes líquidos. (NTE INEM 2117, 2013)

41:Concentraciones de DBO₅ en diferentes tipos de aguas

Tipo de liquido	DBO media en 5 días (mg/L)
Aguas negras frescas sedimentadas	218
Aguas negras añejas sedimentadas	207
Agua del rio	224-242
Efluente de lodos activados	221
Efluentes de filtros rociadores	225
Lixiviados	1500

NTE INEM 2117, 2013

1.2.3.1. Medición de DBO con CCM

Para determinar la DBO₅ existe una infinidad de métodos, en la actualidad se busca nuevas tecnologías económicas y que el tiempo de análisis sea corto. Entre los nuevos dispositivos se encuentra las CCM como biosensor, donde se determinó la influencia de los niveles de la DBO

de las aguas residuales con la cantidad de electricidad producida en CCM se probó 5 concentraciones y se replicó al menos dos veces cada una, esto se debe a la estabilidad operacional, que es uno de los factores importantes que se debe tener en cuenta en los biosensores. Dado que la estabilidad varía el tiempo de vida de la CCM que pueden llegar a ser de 5 años, así mismo Logroño realizó un biosensor que mostró una correlación aceptable entre la producción de voltaje y la concentración de DBO de aguas residuales sintéticas preparadas a través del lavado de arroz y siendo esta directamente proporcional. En otros proyectos se ha utilizado sustratos para la evaluación de la DBO como agua residual de una planta de procesamiento de almidón, agua residual de la industria textil, sin embargo no se han demostrado con sustratos complejos como lixiviados (Logroño, et al., 2016)(Chen et al., 2016)(Llontop, 2016).

CAPITULO II

1. 2. METODOLOGÍA.

2.1.

2.1.1.

el edificio de investigación de la facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2.2. Hipótesis

2.2.1.

sPresión

2.3. Tipo y Diseño de la Investigación

experimental puro, debido a que suó variable y la variable de electricidad, describiendo características particulares y diferenciales de los factores que intervienen en la producción de la bioelectricidad

2.4. Unidad de Análisis

En la presente investigación la unidad de análisis está dividida en dos etapas la primera en donde se estabilizó a los m.o. potencialmente electrogénicos a través de la producción de bioelectricidad, generada al suministrar tres tipos de líquidos (Agua residual sintética (ARS), Agua Residual Textilera (ART), Lixiviados(X)) en diferentes tiempos a una misma concentración (200ppm DBO), a CCM inoculadas con suelo de paramo o lodo. La segunda etapa se dio cuando se suministró el lixiviado (Xn) a diferentes concentraciones cada 48 horas en las CCM en donde se analizó si la dosificación del lixiviado tiene relación con la producción de electricidad.

2.5. Población de Estudio

Se consideró dos poblaciones de estudio que corresponde al número de CCM inoculadas con suelo de paramo pertenecientes a la comunidad de Pichan y lodos de la textilera FASHION COLOR Pelileo, suministradas con diferentes tipos de sustratos (ARS, ART, X) para la estabilización de los m.o. electrogénicos a través del análisis de la producción eléctrica.

2.6. Tamaño y recolección de la muestra

Se tomaron 2 puntos del suelo del páramo de Pichan, utilizando la técnica de grillado cuyo peso fue de 20 Kg, también se tomó 20 Kg de lodo de la empresa textil FASHION COLOR ubicada en la ciudad de Pelileo, en donde se aplicó el método de cuarteo que consiste en dividir la cantidad de masa total.

2.7. Técnicas de Recolección de Datos

Se recolectó datos de la producción de bioelectricidad a través del software LAbVIEW utilizando un dispositivo llamado DAQ, de manera que el registro fue automatizado con una frecuencia de un minuto para la etapa de estabilización y cada hora en la etapa de biosensor, cuyos datos eran guardados en un documento de texto de manera directa. Se establecieron técnicas estadísticas de análisis estadístico descriptivo para la etapa de estabilización y el diseño de Friedman Rank Sum Test en la etapa de biosensor, en donde se pudo comprobar o rechazar la hipótesis planteada.

Lugar de Estudio.

2.8.

1.1.1. Suelo

2.8.1. Los suelos de paramo poseen gran diversidad microbiana y características oxido reductoras las cuales pueden ser aprovechadas en procesos de transformación de energía electroquímica a energía eléctrica, partiendo de microorganismos potencialmente electrogénicos que habitan en los mismos puesto que son suelos no intervenidos (Logroño, W., et al., 2015). Muestreo del inóculo para la CCM

En base a estudios realizados se llegó a la finalidad de muestrear tanto suelos del páramo como lodos de la industria textil ya que poseen microorganismo con características electrogénicas y

presentan una rápida degradación en la materia orgánica con relación a los lodos. El proceso de muestreo se describe a continuación.

2.8.1.1. Muestreo

El suelo muestreado se lo recolectó en la comunidad Pichán-Central, Provincia de Chimborazo, ubicada a una altitud de 3850 m.s.n.m., en los -9833836 N y 763138 W. Dicho sitio presenta características óxido reductoras las cuales fueron determinadas por Guambo y Allauca (2015). Otros parámetros considerados fueron la velocidad de viento (0,75 m/s – 4,40 m/s), temperatura (8 °C a 11 °C), Presión atmosférica de 3825msnm, mismo que fueron recabados de la estación meteorológica Krestel 1000 (Anemómetro) y que son de utilidad para generar un ambiente adecuado para la manipulación de los microorganismos al ser transportados (WEATHER CONTROLS S.A.S, s.f.).

Una vez determinado los puntos de muestreo, se utilizó la técnica de grillado con una dimensión de 6x6 m², este método consiste dividir el área en intervalos regulares en todas las direcciones tomando muestras 20 Kg en total de los cuadrantes al azar (Figura 2-2). La profundidad de los puntos de muestreo fue 20-40cm aproximadamente, debido a la carga y el tipo de microorganismos que se encuentran a esta profundidad(Logroño W., et al, 2016)(Aloé & Toribio, 2007).



Figura 2-2: Suelo de paramo muestreado.

Realizado por: Paola Cevallos, 2017

2.8.1.2. Muestreo de Lodo

Posteriormente se realizó el muestreo del segundo inóculo utilizado en la experimentación, el cual provino de la Fábrica Textilera FASHION COLOR que se encuentra ubicada en la parroquia Benítez del cantón Pelileo provincia de Tungurahua (770246W – 9852162 N), del mismo modo se consideraron los parámetros como la velocidad de viento (0,75-4,40 m/s), temperatura (8-11 °C) y presión atmosférica de 3825m.s.n.m. para una correcta la manipulación de las muestras. Para el muestreo de los lodos se realizó de acuerdo a INEN (2014) por el método de cuarteo que consistió en tomar tres contenedores de polietileno tejido área de secado, se colocó y se extendió el material en el suelo con la finalidad de formar un círculo (Figura 3-2), se dividió en cuatro partes iguales y se apartó una de ellas, tomando de este 20 kg de lodos que será utilizado como parte esencial para la configuración de 4 CCM.



Figura 3-2: Muestreo de lodo, Fábrica Textilera FASHION COLOR

Realizado por: Paola Cevallos, 2017

2.8.2. y preparaci3n para utilizar

Debido a que la estabilidad operacional es un factor importante para una correcta funcionabilidad del biosensor (Chen et al., 2016) se dispuso el suministro de líquidos (ARS, ART, X) a una misma concentraci3n en intervalos de tiempo, de manera que se lleguen a estabilizar la producci3n de electricidad de los m.o. electrog3nicos

El primer suministro se dio con puesto Logroño (2016) mencion3 que la producci3n de electricidad ser3 proporcional a la concentraci3n suministrada, es por ello que se realiz3 la

preparación del sustrato en donde . A manera que los m.o. lleguen a su estabilización en el tiempo necesario ().

Continuamente se muestro 6L aproximados de ART según NTE INEM (2013), para el análisis de parámetros físicos químico, donde se llenó por completo el frasco estéril asegurándonos de que no exista presencia de oxígeno al momento de taparlo, fue tomado en el punto de descarga del tanque de almacenamiento de la planta de tratamiento de la fábrica textil FASHION COLOR. Fue transportada al de la-ESPOCH. Sin embargo el agua restante fue almacenada a 4° C para ocuparla en el proceso de suministro para alcanzar la estabilización (NTE INEM, 2013).

Al igual que el ART se utilizó el método de acuerdo NTE INEM 2013 para el muestreo de X, tomado la muestra del punto de descarga del tanque de oxidación de la planta de tratamiento con la que cuenta el relleno sanitario del Cantón Ambato-Píllaro. Se realizó 4 muestreos con la finalidad de abastecer el análisis físico químico y el suministro o alimentación de las CCM.

2.9. Configuración de las CCM..

Una vez realizada la preparación y el muestreo de los sustratos utilizados para la generación de bioelectricidad, se realizó la caracterización física química de los mismos, estableciéndose las concentraciones de DBO de los diferentes sustratos, previo a la estabilización de los m.o. y posterior a la etapa de biosensor. Mediante la caracterización se puede conocer la concentración inicial y el volumen requerido para una correcta dilución, la determinación de la DBO se dio ede la - ESPOCH.

12:Físico Químicos de los sustratos

s2.10.Construcción de las CC

Se CCM de configuración simple y con cámara parcialmente expuesta al aire, con un volumen aproximado de 3,5 L, mismos que será lleno con suelo de páramo o lodos de la fábrica textil. El material utilizado fue de polietileno (FIGURA3-2) reciclable de bidones de agua (2000 cm³) que no modifica la composición del contenido ni altera los resultados al tener contacto con el agua. Los recipientes fueron recubiertos con , evitando el ingreso de la radicación que puede inhibir el desarrollo microbiano.



ura2

2.10.1 de las CCM con lodo 22 se describe el proceso.

22: las CCM



ura42: Colocación de lodo en la Cámara Anódica

Una vez construidas las CCM, se procedió a etiquetar a cada una, mismas que corresponden a las celdas de las CCM(

Finalmente se adaptó el equipo (FIGURA 5-2) mismo que permitió el registro de los datos para el monitoreo continuo en un computador para el almacenamiento en el software W, generando la lectura cada minuto durante la etapa de estabilización de los m.o. electrogénicos y cada hora en el proceso de las CCM como biosensor. Los datos se pudieron observar en la pantalla del computador el registro



ura52: Monitoreo de las CCM con el dispositivo en las CCM

2.11. Ldosificación de las CCM se realizó de manera continua, añadiéndose el líquido cada 24 horas caracterizados los las CCM con cada uno de ellos, a una misma concentración en distintos intervalos de tiempo³⁴ para su alimentación fue necesario realizar una dilución (Fig.6-2) mediante cálculos (ecuación 1) que determinen una concentración deseada

(Ecuación 1)

Finalmente, al terminar el proceso de estabilidad las CCM considerándose así a las CCM como Biosensor. 3-2: **Alimentación con 2L de diferentes tipos de sustratos en distintos intervalos de tiempo.**



ura62: Preparación de los sustratos

2.12. Tratamiento de los datos atípicos.

Una vez que se obtuvo los datos crudos almacenados en el computador por la transformación del dispositivo DAQ 69000, de acuerdo a Peña (2002) se retiraron los datos atípicos debido a que generaban formas distintas al resto de los datos o que se encontraban alejados del resto, la variabilidad de las desviaciones fue grande, lo cual causaba errores en la medición o transcripción, cambios en el instrumento de medición o a la heterogeneidad intrínseca de los elementos observados. El procedimiento para detectar grupos de atípicos fue eliminar de la muestra todos los puntos sospechosos, de manera que evitamos el enmascaramiento y podamos calcular el vector de medias y la matriz de covarianzas sin distorsiones. El primer paso fue identificar las observaciones sospechosas detectando aquellas que lo sean claramente respecto a una variable. Como ejemplo utilizamos el diagramas de cajas (Gráfico 1-2) para retirar los datos atípicos del tratamiento RS1 (Grafico 2-2) (Peña, 2002)); sin embargo, para los resultados se cortó la gráfica donde únicamente se representa la estabilidad de las celdas.

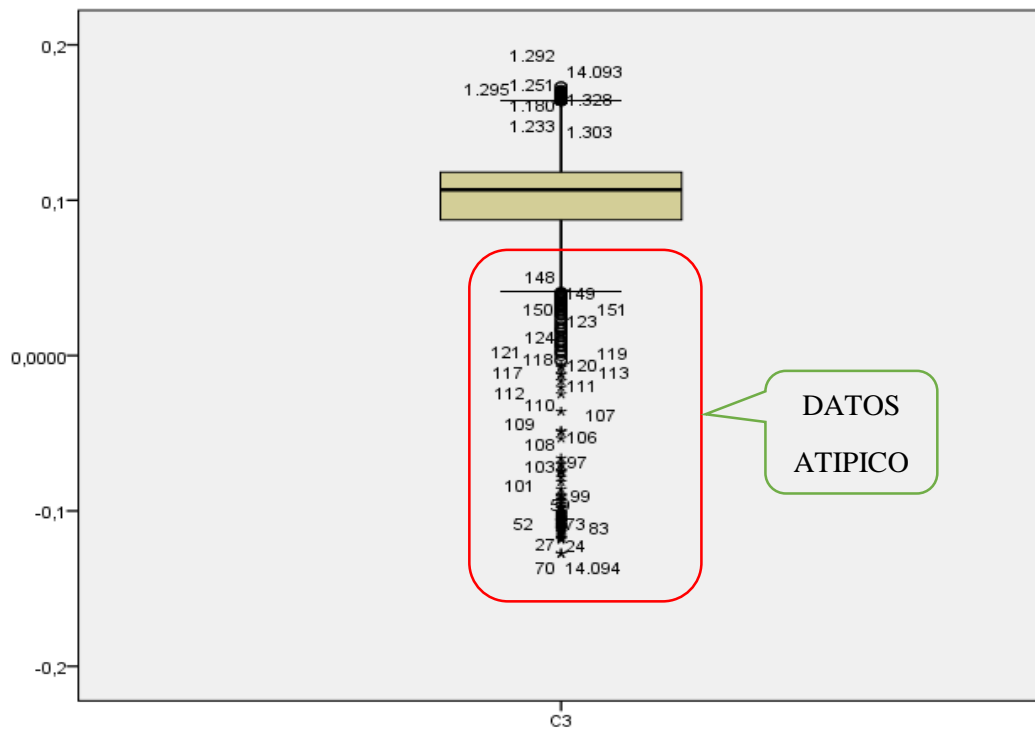


Grafico 1-2: Diagrama de caja, Datos atípicos, Programa Rstudio.

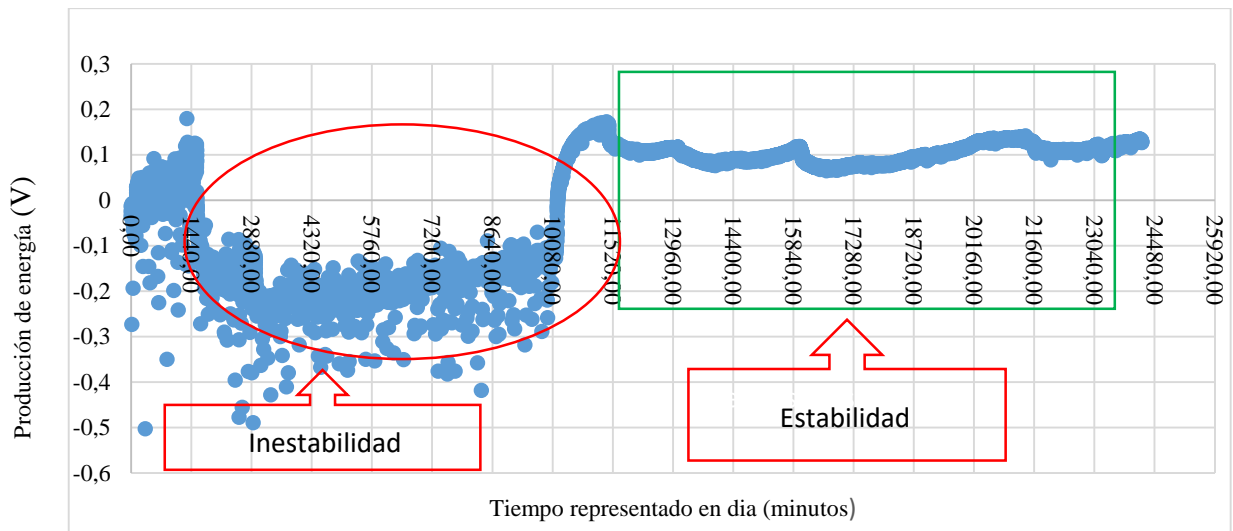


GRAFICO 2-2: Producción de Energía, datos atípicos retirados, en la RS1.

III

3. CALCULOS Y RESULTADOS:3

Del lavado de arroz “Conejo viejo” como se describe en el capítulo de metodología (2.8.2), se obtuvo diariamente un volumen de dos litros de ARS para cada celda con un DBO₅ de 195 ppm (3), corresponde al primer suministro de las celdas, similar a Logroño 20015.

3: los Sustratos

				MUESTRA TOMADA EN:			
				Abr.	Agos.	Sep.	Oct.
		-	3,78		-	-	-
*Fósforo total		-	196	-	-	-	-

- Una vez estabilizadas las celdas con ARS se procedió al muestreo y análisis del ART. Los resultados se muestran en la Tabla 1-3, donde los siguientes parámetros superan la norma NTE INEM 2117:2013: DQO con 45300 mg/L, DBO₅ 5980 mg/L, y 1,2 um de sólidos disueltos. Valores que corresponde a la concentración inicial, a partir de la cual se desarrollaron las posteriores diluciones. Además todos los parámetros de descarga medidos de X superan la norma establecida.33áde

Una vez caracterizado los sustratos se obtuvo la cantidad de DBO deseada a través de diluciones, utilizando la ecuación 1 en donde se determinó el volumen inicial para disolver los sustratos correspondientes (tabla 2-5), como ejemplo se determinó el volumen inicial de ART (131,1mL) que se introdujo en un balón de aforó de 2000mL y se completa el proceso con agua Tesalia, esto se hizo por cada celda y con cada sustrato en donde varió únicamente el volumen inicial con el cual comenzó el proceso de aforó.

2-3: Volumen inicial de lixiviados para la dilución en un balón

de

aforo 2000 mL

mg/L DBO ₅ inicial (C ₁)	mg/L DBO ₅ esperada (C ₂)	mL Volumen inicial (V1)
960	200	416,7
1080	200	370,3
1200	100	166,7
1200	300	500
1200	200	333,3

3

Una vez iniciado el funcionamiento de las CCM se obtuvo la estabilización de los m.o. tal como se observa en la tabla 3-3 en donde las celdasoestabilizara las celdas de suelo ras estériles y

acreedores de una alta carga microbiana(Pérez et al., 2014)(Chen et al., 2016b) Se suministró inicialmente por 17 días con una frecuencia de un minuto a con ARS, sustrato que fue ado como se menciona en el apartado 2.1.1, sin embargo, el tiempo de respuesta fue en el séptimo día (GRAFICO 1-3) con un promedio de 0,6 V. El registro de los datos fue automatizado con ayuda del dispositivo DAQ NI 6009 siendo un sistema de adquisición de datos de voltaje generado por celdas estos datos se procesaron mediante el software LABVIEW los mismos que fueron analizados con Excel. Cabe mencionar que la visibilidad de los gráficos 1-3 y 2-3 presentes se encuentra en diferente tamaño de escala debido a la cantidad de datos manejados aun retirados los datos atípicos.

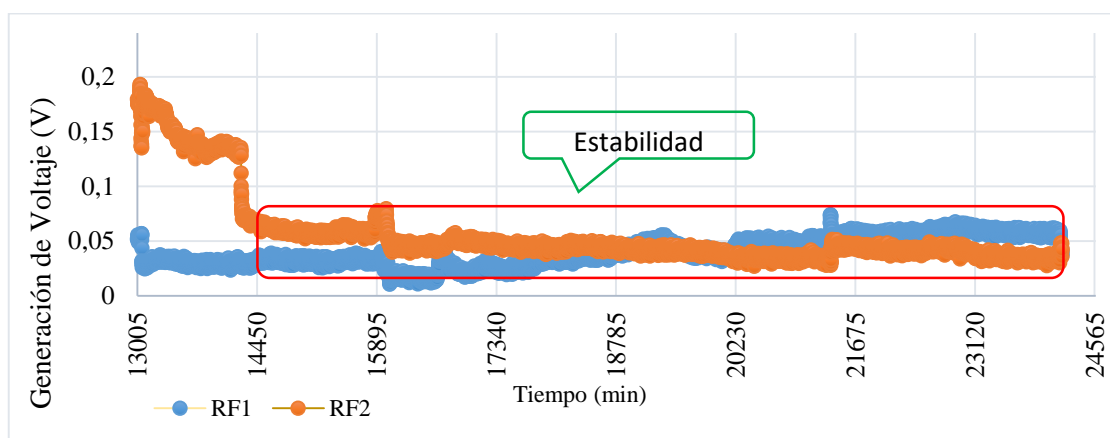
Tabla 3-3: Tiempo de respuesta de la estabilidad de las celdas frente al sustrato, mediante voltaje producido.

PROCESOS DE ESTABILIDAD DE LOS M.O.				
Tipo de sustrato	Nomenclatura	Tiempo de Respuesta	Producción promedio	Intervalo de confidencialidad (95 %)
		Día	Voltaje (V)	Voltaje (V)
ARS	RS1	7	0,10	0,6-0,15
	RS2	ND	ND	ND
	RF1	5	0,04	0,01-0,07
	RF2	7	0,04	0,025-0,08
ART	RS1	4	0,09	0,06-0,12
	RS2	ND	ND	ND
	RF1	4	0,01	0,01-0,035
	RF2	4	0,03	0,02-0,47
X	RS1	11	0,24	0,02-0,26
	RS2	ND	ND	ND
	RF1	16	0,30	0,2-0,4
	RF2	4	0,26	0,17-0,3

El tiempo de respuesta de las celdas se dio de manera indistinta por cada sustrato, en el RS2 presento un corto en su circuito, el problema se atendió instantáneamente de manera que se rearmó la celda con la finalidad de que actué de forma normal sin embargo no existió la respuesta de estabilidad, se controlaron factores ambientales (radiación, temperatura, pH) y factores de configuración(tipo de recipiente, m.o) de esta manera se baja la polarización de electrones (Llontop, 2016), para esto se colocó una capa sobre cada celda con fundas de basura y periódico de tal manera que no afecte su producción, se acopló el lugar a una misma temperatura, y se controlaba el pH de cada sustrato, quedándonos como únicos factores los microorganismos y el ruido causantes de una producción inestable.

Gráfico 1-3: Producción de bioelectricidad en el RSI mediante los m.o. electrogénicos alimentados con ARS (DBO 200ppm), utilizando como inóculo suelo de páramo de PICHAN.

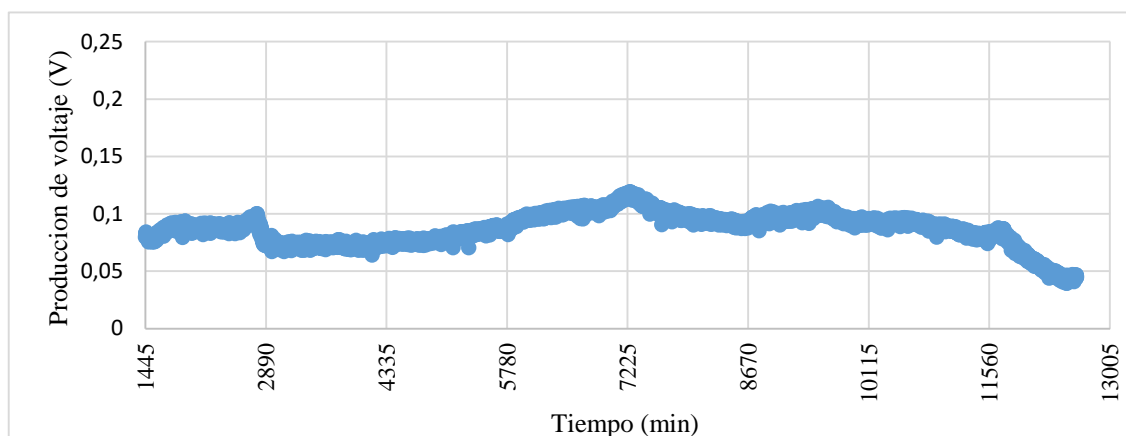
No obstante las celdas inoculadas con lodo RF1 Y RF2 presentaron un comportamiento inicial diferente, el tiempo para llegar a la estabilidad fue de 5 días en el RF1 a comparación del RF2 que dé fue 7 días, transcurrido este tiempo las celdas presentaron una constante estabilidad (GRAFICO 2-3) con producción promedio de 0.4 V, en la TABLA 3-3 se observan los intervalos de confiabilidad con un error del 0,5 % lo cual nos premie tener valores confiables de electricidad que presentan las celdas frente al sustrato, debido a que la estabilidad fue constante esto permitió el cambio de sustrato.



2-3: Comparación de la producción de bioelectricidad en las celdas RF1 y RF2 alimentados con ARS.

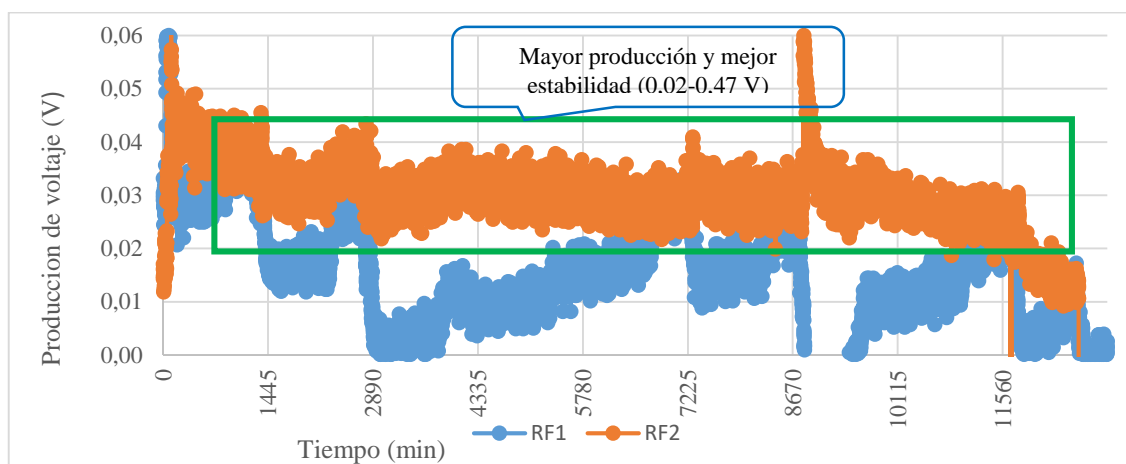
Se cambió de tipo sustrato una vez encontrada la estabilidad con el ARS, suministrando ART previamente diluida de acuerdo a los cálculos anteriores (ver 3.2.1.), del mismo modo se monitoreo con una frecuencia por minuto durante 32 días (ANEXO1), es importante estar atentos de los equipos electrónicos y materiales como los conectores de los electrodos ya que tienden a oxidarse al estar expuestos al agua constantemente. Con relación a esta alimentación el biosensor

RS1 tardó 4 días al llegar a una estabilidad con una producción 0,03-0,08 V (GRAFICO 3-3), el tiempo y producción (TABLA 3-3) fue menor a comparación del suministro de ARS.



3-3: bioelectricidad T en la RS1

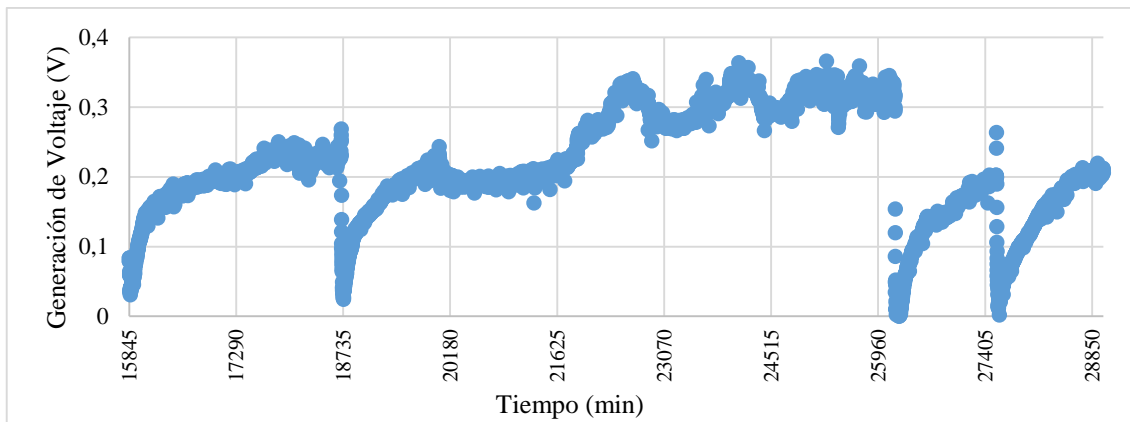
Entre los biosensores RF1 y RF2 (GRAFICO 4-3) presentaron una producción diferente, el RF2 obtuvo una producción (0,030 V) siendo esta mayor a comparación del RF1 (TABLA 3-3), al suministrar ART en el RF1 la curva de alimentación es más notoria a comparación de la alimentación por ARS.



4-3: Comparación de la producción de bioelectricidad en las celdas RF1 y RF2 alimentados con ART (200ppm).

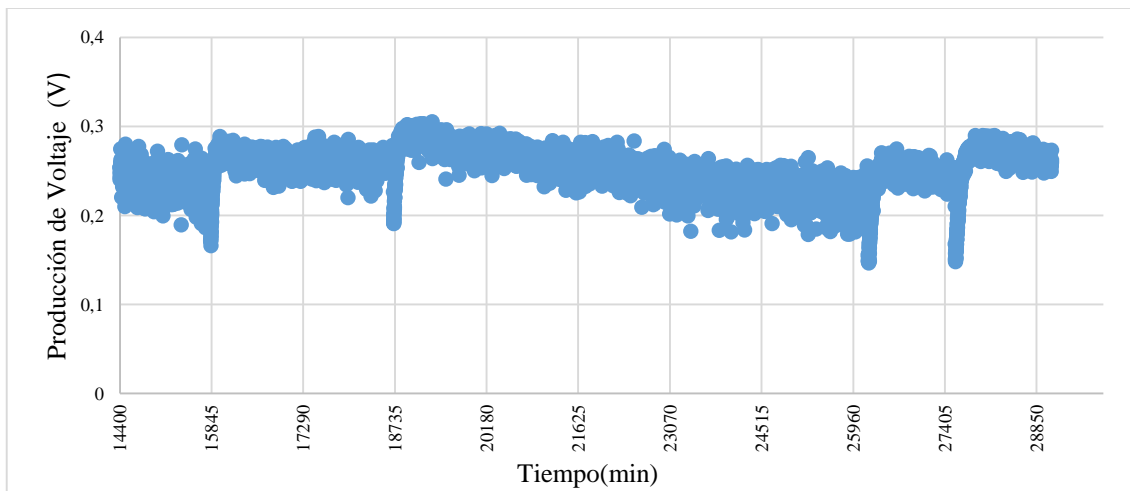
Finalmente, se suministró lixiviados una concentración de 200ppm una vez concluida la estabilidad de los biosensores con el ART, la frecuencia fue de 22 días por minuto los cuales presentaron un comportamiento diferente a comparación de los otros sustratos, el RS1 obtuvo una producción promedio de 0.23 V y la máxima es de 0.26 V, en la GRAFICO 5-3, podemos observar

las curvas de alimentación son más notorias es decir se diferencia el inicio de la alimentación, seguido por el consumo y agotamiento del alimento.



5-3:bioelectricidaddel biosensor RS1 X).

A comparación del RS1, el RF2 mostró una estabilidad en el cuarto mientras que el RS1 no demostró una estabilidad constate, como se observa en la GRÁFICA 5-3 presentó una estabilidad en distinto tiempo con distintos valores, la producción promedio fue de 0,24 V, el RF1 tardó en estabilizarse 16 días, sin embargo, presentó una producción promedio de 0,30 V aunque el suministro del X (200ppm) fue el mismo en los todos los biosensores (GRAFICO 6-3).



6-3:de bioelectricidaddel biosensor RF2 X).

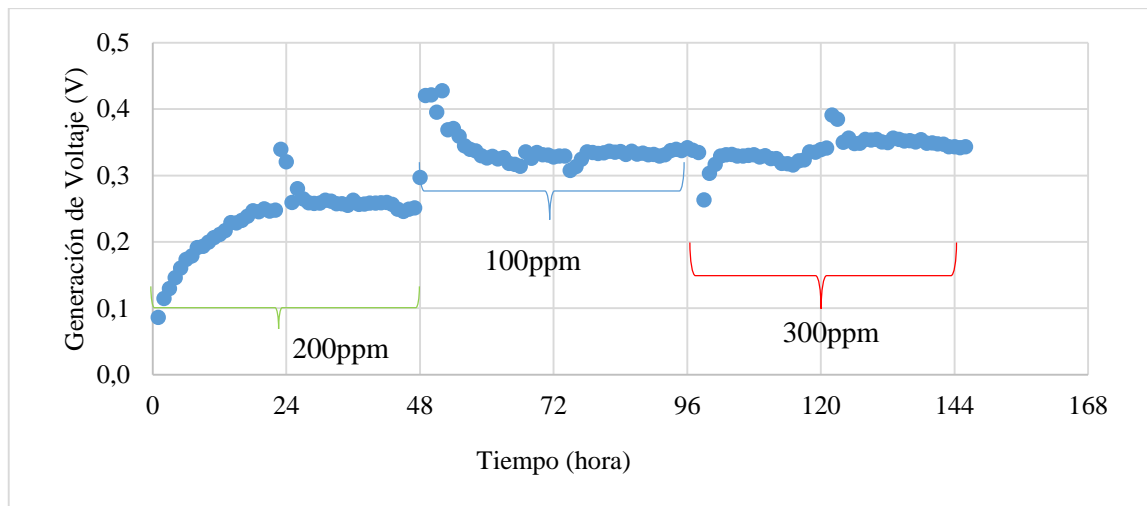
Una vez realizada la estabilidad de los sensores se procedió al suministro de X a diferentes concentraciones con la finalidad de verificar el funcionamiento del dispositivo y comprobar la hipótesis planteada que se menciona en 3.2, se añadió X a una concentración de 200ppm, 100ppm y de 300ppm, además la frecuencia del monitoreo se dio cada hora por dos días pero la alimentación se dio cada 24 horas esto en cada concentración debido a la importancia de replicar al menos dos veces la concentración ver apartado 2.2.3.1, se suministró X en sin embargo no todos los biosensores presentaron una respuesta esperada puesto que el RS2 no mostró estabilidad alguna durante todo el proceso de experimentación. A continuación se detalla en la TABLA 5-5 con el tiempo de respuesta frente a cada concentración.

Tabla 5-3: Tiempo de respuesta de la estabilidad de las celdas frente al sustrato, mediante voltaje producido.

PROCESO DE BIOSENSOR				
Concentración de lixiviado	Nomenclatura	Tiempo de Respuesta.	Producción promedio	Intervalo de confiabilidad (95%)
		Hora	Voltaje (V)	Voltaje (V)
200ppm	RS1	13	0,23	0,22-0,25
	RS2	ND	ND	ND
	RF1	4	0,24	0,23-0,24
	RF2	7	0,27	0,26-0,27
100ppm	RS1	8	0,34	0,332-0,35
	RS2	ND	ND	ND
	RF1	5	0,26	0,23-0,31
	RF2	12	0,24	0,231-0,241
300 ppm	RS1	10	0,34	0,33-0,34
	RS2	ND	ND	ND
	RF1	8	0,26	0,25-0,26
	RF2	9	0,24	0,24-0,25

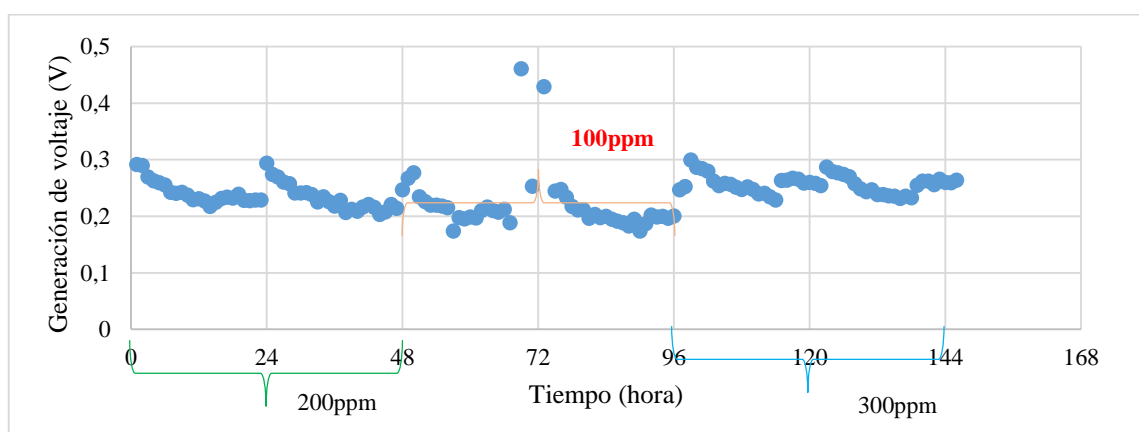
Realizado por: Cevallos P, 2018

Por consiguiente al añadir X a 200ppm en el RS1 (GRAFICA 7-3) se puede observar que alcanzó el valor máximo a partir de la hora 13 con un valor promedio de 0,23 V, mientras que con la concentración de 100ppm su tiempo de respuesta fue más corta puesto que se dio en la octava hora obteniendo un valor promedio de 0,34 V, del mismo modo al añadir la concentración de 300ppm tuvo un comportamiento similar al producir un valor promedio de 0,33 V pero su tiempo de respuesta fue de 10 días.

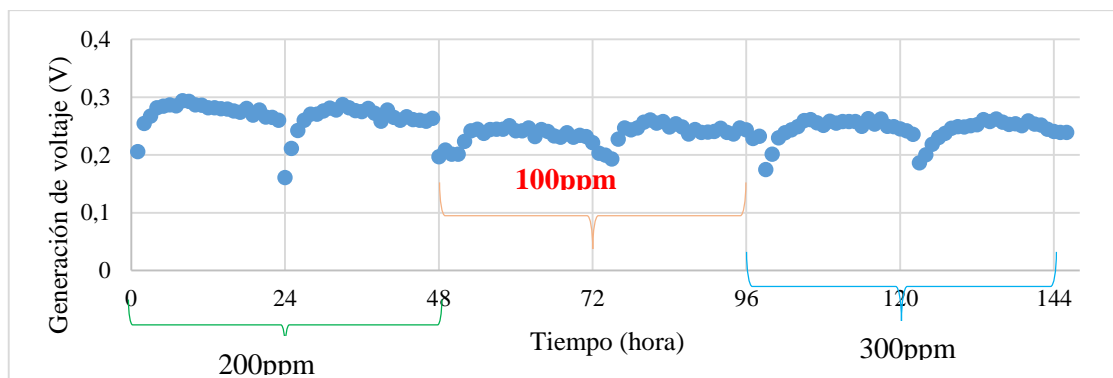


7-3de bioelectricidaddel biosensor RS1 lixivados a concentraciones de 200ppm, 100ppm y 300ppm.

Al añadir lixivados en un biosensor con lodo se obtuvo una mejor producción sin embargo los resultados presentaron variación alguna entre RF1 (GRAFICCO 8-3) y RF2 (GRAFICA 9-3), volviéndole a los datos uniformes, la producción media de bioelectricidad al suministrar X200ppm en lodo con un nivel de confianza del 95% está entre 0,23 V con un tiempo de respuesta de 4 horas para el RF1, en el RF2 tardó 7 horas generando una producción de 0,27 V, por consiguiente si analizamos las TABLA 5-3 podemos analizar que la producción promedio es casi similar debido teniendo una diferencia 2 V. El coeficiente de correlación con relación al tiempo y producción de electricidad fue 0,7337 para el RS1 y 0,4308 para el RF1.



8-3de bioelectricidaddel biosensor RF1 lixivados a concentraciones de 200ppm, 100ppm y 300ppm.



9-3de bioelectricidaddel biosensor RF1 lixivados a concentraciones de 200ppm, 100ppm y 300ppm.

8

3.4. Prueba de Hipótesis

Puesto que los datos analizados no cumplieron con normalidad y homocedasticidad no son considerados datos paramétricos, es por ello que se realizó el análisis de varianza aplicando Friedman Rank Sum Test donde se analizan los biosensores por cada inoculo. Esta prueba pertenece a la clasificación no paramétrica, que se puede usar para analizar diseños de bloques completos no replicados es decir existen combinaciones de niveles de grupos. Esto se realizó con la ayuda del programa Rstudio.

3.4.1 Hipótesis Estadística:

H₀: Los lixivados como sustrato en una CCM inciden en la producción de la bioelectricidad como biosensor ambiental de la DBO.

H₁: Los lixivados como sustrato en una CCM no inciden en la producción de la bioelectricidad como biosensor ambiental de la DBO.

Tabla 6-3: Aplicación del test Friedman Rank Sum Test

Friedman Rank Sum Test		
	INOCULO SUELO	INOCULO LODO
Fiedman chi-squared	207.05	101.26
Df	5	5
Valor-p	<2-2 e-16	<2-2 e-16
Región de Rechazo	< 0.05, se rechaza la hipótesis nula	< 0.05, se rechaza la hipótesis nula

8

Puesto que mi valor p en ambos casos es menor a 0.05, rechazamos la hipótesis nula en las dos partes, lo que nos indica que los lixiviados como sustrato en una CCM no inciden en la producción de bioelectricidad como biosensor ambiental de la DBO con muestras dependientes. No se presentó diferencia significativa puesto que fue comparada las celdas de tratamiento frente a las concentraciones añadidas en una misma. Llegando a la siguiente conclusión que los biosensores si presentan diferencia significativa cuando se introduce el sustrato en cada biosensor pero la concentración de los lixiviados no incide para la producción de bioelectricidad.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Para que el dispositivo construido opere como biosensor, debe presentar una relación entre la generación de bioelectricidad (Buenaño, J. ; Cruz, 2015) desde la CCM con la DBO. En este trabajo de graduación se considera que los m.o. del biosensor deben alcanzar la estabilidad cuando: las gráficas producción promedio de bioelectricidad presenten un comportamiento periódico asociado con las curvas de crecimiento microbianas. Además, con las gráficas generadas desde el programa Excel se determinó el tiempo que tardó en llegar a la estabilidad.

En la primera etapa se suministró a las 4 celdas con tres tipos de sustratos alimentados diariamente, sin embargo una de ellas la RS2 presentó problemas en su ensamblaje. Los primeros 17 días se suministró ARS, en los 32 días siguientes se alimentó con ART y finalmente los últimos 20 días con lixiviados de esta manera los microorganismos lograron adaptarse a un ambiente tóxico. Posteriormente se alimentó durante ocho días, diariamente las celdas, sin embargo, en este último periodo cada 48 horas se cambió lixiviado con las concentraciones de 200ppm, 100ppm y 300ppm respectivamente.

Respecto al tiempo de respuesta o de estabilización, se observó que las 3 celdas con ART presentaron el menor tiempo de respuesta que corresponde a 4 días, similar a la celda RF2 con lixiviados. Según Aguilera 1998 la pronta reacción de las celdas con lodo se atribuye al lugar de procedencia debido a que el inóculo estaba en el ambiente idóneo debido a que pertenece a la misma empresa textil, sin embargo, esta atribución no se relaciona con la producción como se explicara más adelante. A continuación con sustrato de ARS, la celda RF1 presentó un tiempo de 5 días, seguidas por las celdas RS1y RF2 con un tiempo de respuesta de 7 días. Finalmente al suministrar X el tiempo de respuesta incremento, siendo ≥ 11 días en las celdas RS1 y el RF1. Posteriormente en la segunda etapa cuando se agregó X a tres concentraciones 200ppm 100ppm y 300ppm, de acuerdo a Hong 2002 se realizó el monitoreo por hora. La celda RF1 presentó el tiempo de respuesta más corto de 4 horas, 5 horas, 8 horas respectivamente, a comparación del resto de las celdas, seguido por el RF2 en donde sus tiempos fueron de 7 horas, 12 horas ,9 horas,

mientras que la celda RS1 frente a las concentraciones de 200ppm, 100ppm, 300ppm presento un tiempo de respuesta largo, es decir de 13, 8 y 10 horas respectivamente. De acuerdo con los resultados obtenidos se debe a la existencia de los m.o electrogenicos y la interacción que existe entre ellos sumando los factores climatológicos controlados (ver apartado 2.10.).

La producción de bioelectricidad con relación a la concentración suministrada, se dio gracias a los inóculos utilizados, de acuerdo Di, C. (2010), son los m.o. encargados de degradar la materia orgánica e inorgánica del sustrato para la generación, misma que es independiente de la cantidad de UFC sino a la calidad de los microorganismos en existe en dicho inoculo y a la composición química de sustrato. En etapa inicial, cuando se alimentó a las celdas con lixiviados se obtuvo una mayor producción, generando 0,24 V, 0,30 V, 0,26 V en las celdas RS1, RF1, RF2, los lixiviados presentaron una conductividad de 21.8 mS/cm, que permitió un mejor traspaso de electricidad favoreciendo a los microorganismos. Cuando se alimentaron con ARS las dos celdas de lodo presentaron una misma producción de 0,4 V y la celda RS1 generó 0,10 V. La producción de los lodos comprueba que la muestra fue correctamente homogenizada de acuerdo a 2.8.1.2 (INEN, 2014), enfatizando que tiene una carga microbiana con características electrogenicas; finalmente la alimentación con ART fue menor a comparación de las otras alimentaciones, esto fue por el cambio de un sustrato simple a un sustrato complejo como lo es el ART debido a su alta toxicidad ver Tabla 1-3 la producción es independiente al tiempo de respuesta. La RS1 presento una producción de 1 V (grafico 1-3, 3-3), que permite considerar al dispositivo como un biosensor, resultado similar a Logroño W. 2015. En la segunda etapa cada vez que se añadió X a 200ppm en la celda RS1, RF1 y RF2 se obtenía una producción promedio de 0,23 V, 0,24 V y 0,27 V respectivamente, resultados cercanos a la primera etapa; mientras cuando se añadía X a 100ppm y 300ppm obteníamos un promedio de 0,34 V, 0,26 V, y 0,24 V en las celdas mencionadas con anterioridad, los resultados obtenidos con 300ppm se atribuye al tiempo de utilidad las celdas.

Se determinó el coeficiente de relación en la celda con suelo fue de 0,73 es decir existió una relación directamente proporcional con el tiempo el mismo que tiene relación con las concentraciones suministradas, sin embargo, la celda de lodo se presentó valores menores de cero es decir fue inversamente proporcional a medida de que pasa el tiempo con las concentraciones suministradas correspondientes la producción es menor.

CONCLUSIONES: **Realizado por Cevallos P, 2018.**

Pretratamiento de CCM para la adaptación.

Se realizó un monitoreo automático por medio del dispositivo DAQ NI 609 y de esta manera se almaceno la energía generada en cada celda. En la tabla 7-3 se muestra los datos

Tabla 1-2: Pre-tratamientos Celdas De Combustible Microbiano

Tan TC, Li F, Neoh KG (1993) Measurement of BOD by initial rate of response of a microbial sensor. Sensor. Actuator. B10: 137– 142.

- Se implementó las CCM de cámara simple como biosensor que fueron hechas de polietileno como material que no genera algún cambio físico o químico en el sustrato o inóculo, se tomaron muestras de 20kg de suelo y lodo, que formo parte fundamental para la producción de voltaje.
- Se suministraron tres tipos de sustratos ARS, ART, X sobre las celdas, de manera que se estabilizaron los m.o. potencialmente electrogénicos; al suministrar ARS y ART en las celdas de suelo presentaron una producción similar considerándose como biosensor, sin embargo, cuando se estabilizó las celdas de lodos con lixiviados presentaron un tiempo de respuesta corto.
- Existe una relación entre la DBO-Bioelectricidad definido por el parámetro estadístico test Friedman Rank Sum Test, con un coeficiente de correlación entre tiempo y producción de 0,73. Mostrando el potencial de las CCM como biosensores para monitorear DBO de lixiviados.
- .

RECOMENDACIONES:

- ✓ Es recomendable realizar estudios con sustratos puros que presenten una DBO mayo a 300ppm, de manera que el biosensor sea de mejor utilidad y económicos.
- ✓ Es necesario controlar factores como temperatura y radiación de manera que no exista alteración alguna en el ambiente.

Estudiar nuevas configuraciones de CCM para utilizarles como biosensor de modo que sea económico.

BIBLIOGRAFÍA:

1. **ARROYAVE, S.M.S. y RESTREPO, F.J.C.** Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. [en línea]. *Scielo, Semestre Económico*, no. 23, pp. 22. [Consulta: 8 julio 2018]. s.f. Disponible en: www.scielo.org.co/pdf/seec/v12n23/v12n23a2.pdf
2. **BARRIOS LOPEZ, R.** *Bioconversión de residuos sólidos para la obtención de energía (metano y electricidad) utilizando digestores anaerobios y celdas de combustible microbianas* [en línea] [tesis]. Instituto Politécnico Nacional Unidad Profesional Interdisciplinaria De Biotecnología. México [Consulta: 8 julio 2018]. 2010. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/12328/1/bioconversionUPIBI.pdf>.
3. **CANTO CANCHE, B., MALDONADO, J., GARCÍA, O., GONZÁLEZ, K., PERAZA, I., VÁZQUEZ, J., ALZATE-GAVIRIA, L. y TZEC-SIMÁ, M.** Evaluación del desempeño e identificación de exoelectrógenos en dos tipos de celdas de combustible microbianas con diferente configuración en el ánodo. [en línea]. *Researchgate. Interciencia*, vol. 35, pp. 19-25. [Consulta: 8 julio 2018] 2010. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/237033053_EVALUACION_DEL_DESEMPEÑO_E_IDENTIFICACION_DE_EXOELECTROGENOS_EN_DOS_TIPOS_DE_CELDAS_DE_COMBUSTIBLE_MICROBIANAS_CON_DIFERENTE_CONFIGURACION_EN_EL_ANODO
4. **COLLAZOS, A.M. y MONTAÑO, E.B., 2017.** Diversidad Bacteriana Asociada a Biopelículas Anódicas En Celdas De Combustible Microbianas Alimentadas Con Aguas Residuales. *Redalyc. Acta Biológica Colombiana*, [en línea] vol. 22, no. 1, pp. 77-84. ISSN 0120-548X, 1900-1649. [Consulta: 8 julio 2018] 2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319050490008>
5. **DI IACONI, C., PAGANO, M., RAMADORI, R. y LOPEZ, A., 2010.** Nitrogen recovery from a stabilized municipal landfill leachate. *Bioresource Technology*, [en línea] vol. 101, no. 6, pp. 1732-1736. ISSN 1873-2976. DOI 10.1016/j.biortech.2009.10.013. [Consulta: 8 julio 2018] 2010. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/.../S0960852409013558>
6. **CARGUA, F., RODRÍGUEZ, M., RECALDE, C. y VINUEZA, L.** Cuantificación del Contenido de Carbono en una Plantación de Pino Insigne (*Pinus radiata*) y en Estrato de Páramo de Ozogoché Bajo, Parque Nacional Sangay, Ecuador. *Información tecnológica*, vol. 25, pp. 83-92. DOI 10.4067/S0718-07642014000300011. [Consulta: 8 julio 2018] 2013. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/263429226_Cuantificacion_del_Contenido_de_Carbono_en_una_Plantacion_de_Pino_Insigne_Pinus_radiata_y_en_Estrato_de_Paramo_de_Ozogoché_Bajo_Parque_Nacional_Sangay_Ecuador
7. **GALARZA, G., FERNANDO, A., CAISAGUANO, A. y ELIZABETH, G.** Estudio de la influencia de la demanda Bioquímica de Oxígeno de Aguas Residuales en la producción de Bioelectricidad de una Celda de Combustible Microbiano. [en línea], [Consulta: 8 julio 2018]. 2015. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4075>.
8. **GARCÍA, N.O.** Lodos residuales: estabilización y manejo. [en línea], vol. 1, no. 5, pp. 10. [Consulta: 8 julio 2018] 2006. Disponible en: http://dci.uqroo.mx/RevistaCaos/2006_Vol_1/Num_1/NO_Vol_I_21-30_2006.pdf

9. **GÓMEZ, G.B.** La Microbiología De Suelos En El Ecuador: Situación Actual De La Investigación. [en línea], vol. 1, pp. 12. [Consulta: 8 julio 2018] 2006. Disponible en: <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/1.-La-Microbiologia-de-Suelos.pdf>
10. **HERNANDEZ, J. y ARIAS, R.** Analizar un CVT a partir de un mecanismo de cuatro barras con variación de α . [en línea], vol. 1, pp. 6. [Consulta: 8 julio 2018] s.f. Disponible en: https://drive.google.com/drive/folders/12hlLRIW03JP5Fm2NtiD_4Rde3wsi6gt8
11. **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN – INEN, CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. PARTE 13: GUÍA PARA EL MUESTREO DE LODOS (ISO 5667-13:2011, IDT)** [en línea]. 2014. [Consulta: 8 julio 2018] S.l.: s.n. Disponible en: https://drive.google.com/drive/folders/12hlLRIW03JP5Fm2NtiD_4Rde3wsi6gt8.
12. **LIBRO VI ANEXO 2, Norma De Calidad Ambiental Del Recurso Suelo Y Criterios De Remediación Para Suelos Contaminados** [en línea]. [Consulta: 8 julio 2018] S.l.: s.n. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112181.pdf>.
13. **LLANES HERNÁNDEZ, J.M., CABRERA CARCEDO, E., OTERO MARTÍNEZ, A. y DOMÍNGUEZPALACIOS, D.** Manejo integrado del suelo para la producción sostenible de tabaco en San Luís. [en línea], vol. 14, no. 3. 2012. [Consulta: 8 julio 2018]. ISSN 1562-3297. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/350004391/manejo-suelo-manejo-integrado-del-suelo-para-la-produccion-sostenible-de-tabaco-en-san-luis-pdf>.
14. **LOGROÑO, W., ECHEVERRÍA, M., RECALDE, C. y GRAZIANI, P.** Bioconversión de Residuos Sólidos Orgánicos con Suelos de la región Amazónica y Alto Andina del Ecuador en Celdas de Combustible Microbiano de Cámara Simple. *Información Tecnológica*, [en línea], vol. 26, pp. 61-68. [Consulta: 8 julio 2018]. 2015. Disponible en: DOI 10.4067/S0718-07642015000200008.
15. **LOGROÑO, W., GUAMBO, A., PÉREZ, M., KADIER, A. y RECALDE, C.** Terrestrial Single Chamber Microbial Fuel Cell-based Biosensor for Biochemical Oxygen Demand of Synthetic Rice Washed Wastewater. *Sensors*, [en línea], vol. 16, no. 1, pp. 101. DOI 10.3390/s16010101. [Consulta: 8 julio 2018]. 2016. Disponible en: https://www.researchgate.net/.../270453678_Bioconversion_de_Residuos_Solidos_Orga...
16. **MORA COLLAZOS, A. y BRAVO MONTAÑO, E.** Aislamiento de microorganismos electrogénicos con potencial para reducir cromo hexavalente. *Acta Biológica Colombiana*, [en línea], vol. 22, no. 1, pp. 27. ISSN 1900-1649, 0120-548X. DOI 10.15446/abc.v22n1.57189. [Consulta: 8 julio 2018]. 2017. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/57189>
17. **OLIART-ROS, R.M., SÁNCHEZ-OTERO, M.G. y MANRESA-PRESAS, Á.** Utilización de microorganismos de ambientes extremos y sus productos en el desarrollo biotecnológico. *CienciaUAT*, [en línea], vol. 11, no. 1, pp. 79. ISSN 2007-7858, 2007-7521. DOI 10.29059/cienciauat.v11i1.556. [Consulta: 8 julio 2018], 2016. Disponible en: <http://www.revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/556>
18. **PERÉZ, A.** Estrategia de Ventas. [en línea]. [Consulta: 8 julio 2018]. Disponible en: <https://www.encyclopediainfinanciera.com/definicion-estrategia-de-ventas.html>.
19. **PERÉZ, M. y SALERNO, C.** *Mmicrobiología del suelo.pdf* [en línea]. [Consulta: 8 julio 2018]. 2014. S.l.: s.n. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/262439170_Celdas_de_Combustible_Microbianas_CCMs_Un_Reto_para_la_Remocion_de_Materia_Organica_y_la_Generacion_de_Energia_Electrica.

20. **PODWOJEWSKI, P. y POULENARD, J.** Los suelos de los páramos del Ecuador. [en línea]. vol. 1, pp. 25. [Consulta: 8 julio 2018]. 2010. Disponible en: https://drive.google.com/drive/folders/12hlLR1W03JP5Fm2NtiD_4Rde3wsi6gt8
21. **PORTUGAL, V.O.** Microorganismos y Biodiversidad. [en línea]. pp. 5. [Consulta: 8 julio 2018]. 1998. Disponible en:
22. **RAHIMNEJAD, M., ADHAMI, A., DARVARI, S., ZIREPOUR, A. y OH, S.-E.** Microbial fuel cell as new technology for bioelectricity generation: A review. *Alexandria Engineering Journal*, [en línea]. vol. 54, no. 3, pp. 745-756. ISSN 1110-0168. DOI 10.1016/j.aej.2015.03.031. [Consulta: 8 julio 2018]. 2015. Disponible en:
23. **ROMO, D., HURTADO GUTIERREZ, N.H. y O. RUIZ, J.** Celdas de Combustible Microbianas (CCMs): Un Reto para la Remoción de Materia Orgánica y la Generación de Energía Eléctrica. *Información tecnológica*, [en línea]. vol. 24, pp. 17-28. DOI 10.4067/S0718-07642013000600004. [Consulta: 8 julio 2018]. 2012. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262439170_Celdas_de_Combustible_Microbianas_CCMs_Un_Reto_para_la_Remocion_de_Materia_Organica_y_la_Generacion_de_Energia_Electrica
24. **TANIKKUL, P. y PISUTPAISAL, N.** 2018. Membrane-less MFC based biosensor for monitoring wastewater quality. *International Journal of Hydrogen Energy*, [en línea]. vol. 43, no. 1, pp. 483-489. ISSN 03603199. DOI 10.1016/j.ijhydene.2017.10.065. [Consulta: 8 julio 2018]. 2012. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360319917340429>
25. **VALLEJO, P. y ALEXANDRA, S.** Identificación y aprovechamiento de la cepa *Pseudomona* spp en una celda de combustible microbiano para la producción de bioelectricidad a desarrollarse en el centro de energías alternativas (ESPOCH), 2016. [en línea], [Consulta: 8 julio 2018]. 2017. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7870>.
26. **VALLES, A.** Tratamiento Fisicoquímico y biológico de lixiviado del Relleno Sanitario de la ciudad de Chihuahua. [en línea], pp. 95. [Consulta: 8 julio 2018]. 2013. Disponible en: <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/.../Tesis%20Ana%20Maria%20Valles%20Chá...>
27. **WEATHER CONTROLS S.A.S.** Kestrel 1000 Anemómetro - Monitoreo Ambiental. *Kestrel 1000 Anemómetro* [en línea]. [Consulta: 8 julio 2018]. Disponible en: http://www.weathercontrols.com/index.php?option=com_content&view=article&id=83%3Akestrel-1000-anemc3b3meter&catid=26&Itemid=12.

ANEXOS

ANEXO 1. DATOS RECOLECTADOS AL SUMINISTRAR EL ART.

MINUTOS	RS1	RS2	RF1	RF2
1	0,199913	-1.1907490	0,029081	0,017078
2	0,199091	-1.2986080	0,030396	0,016091
3	0,201064	-0.9196210	0,033191	0,014283
4	0,200899	-0.4266910	0,029738	0,014776
5	0,201064	-0.5192590	0,030067	0,014612
6	0,200735	-0.1808830	0,024477	0,01494
7	0,198926	-0.2043950	0,030232	0,016585
8	0,200735	0.0361510	0,02793	0,011817
9	0,198926	-2.5066000	0,027765	0,014776
10	0,200735	-1.0569120	0,030396	0,01231
11	0,200242	1.9779510	0,029245	0,015598
12	0,192843	-1.4513540	0,03056	0,01494
13	0,191034	-3.2346500	0,028094	0,014776
14	0,192514	-0.6951880	0,030067	0,014776
15	0,188075	-1.4543140	0,031218	0,013954
16	0,186595	-1.4650010	0,029738	0,012967
17	0,191692	-0.0105450	0,028587	0,014612
18	0,187088	-0.4061380	0,029903	0,018558
19	0,186101	-0.1754580	0,027108	0,015105
20	0,189061	-0.4677960	0,031876	0,017078
21	0,188897	-0.2813440	0,024148	0,016585
22	0,187417	-0.1203770	0,026285	0,015269
23	0,191198	-0.1665790	0,026943	0,021188
24	0,190212	-0.0255070	0,030725	0,021517
25	0,187088	0.0106660	0,028752	0,02086
26	0,19087	-0.7367860	0,029903	0,021682
27	0,190705	-0.3058420	0,029574	0,02086
28	0,19087	0.0322050	0,027436	0,019051
29	0,190048	-0.2395810	0,027108	0,014447
30	0,190212	0.2082980	0,033191	0,021846
31	0,18939	-0.1170890	0,032862	0,022833
32	0,191198	-0.2435270	0,032862	0,020531
33	0,19087	-0.0194230	0,033191	0,022175
34	0,188239	0.3636750	0,032862	0,01642
35	0,191856	-0.2137670	0,035657	0,020531
36	0,187581	-0.5396470	0,043056	0,016091
37	0,188075	-0.4796340	0,049304	0,016749
38	0,190541	-0.1057440	0,051771	0,015927

39	0,189883	-0.4804560	0,053086	0,02086
40	0,188568	-3.6289290	0,05621	0,018722
41	0,190048	-1.3671710	0,055552	0,020202
42	0,190541	-0.8888750	0,059005	0,020038
43	0,18939	-0.6557280	0,059005	0,018064
44	0,186101	-0.1766090	0,062129	0,015269
45	0,185937	-0.3321500	0,058018	0,018229
46	0,18643	0.1399000	0,059498	0,016256
47	0,186595	-0.7803580	0,05325	0,018722
48	0,181498	0.2977430	0,061636	0,018064
49	0,185444	-0.1724980	0,062951	0,018229
50	0,183471	-0.0246850	0,062622	0,023161
51	0,18084	-0.1277760	0,062787	0,021024
52	0,179689	-0.3520440	0,066239	0,023326
53	0,181498	-0.6748000	0,059827	0,028752
54	0,18232	-0.4625340	0,061307	0,031382
55	0,179196	-0.3688150	0,058347	0,029245
56	0,178209	-0.2851260	0,058018	0,034342
57	0,178374	-0.0855200	0,058841	0,031711
58	0,180347	-0.4483940	0,061471	0,032369
59	0,178045	-0.6499730	0,059663	0,032205
60	0,17525	-1.1748000	0,057196	0,031382
61	0,173934	-0.4227450	0,058676	0,031054
62	0,174263	-0.3711170	0,058841	0,032862
63	0,174592	-0.5190950	0,059663	0,032698
64	0,172619	-0.2331690	0,058018	0,037466
65	0,171139	-0.5347150	0,058676	0,03352
66	0,17229	-0.0036390	0,05769	0,034013
67	0,176072	-0.2185360	0,058676	0,034013
68	0,171633	-0.2992660	0,056374	0,032369
69	0,171797	-0.6059080	0,062458	0,034013
70	0,169002	-0.2089990	0,059663	0,029081
71	0,170482	-0.0967010	0,058512	0,035657
72	0,170153	0.1898830	0,059005	0,037137
73	0,170482	-0.1869670	0,059169	0,031547
74	0,168344	0.0326980	0,058841	0,032698
75	0,169002	-0.5702290	0,058676	0,029081
76	0,169002	-0.0411270	0,0618	0,033684
77	0,168015	-0.3372470	0,058183	0,031054
78	0,167358	-0.0329060	0,059992	0,033684
79	0,1667	-0.4465860	0,058841	0,034013
80	0,167522	-0.1392850	0,060814	0,031054
81	0,163083	0.0562100	0,059169	0,034013
82	0,167029	0.1463120	0,059005	0,035493
83	0,1667	-0.1621400	0,059169	0,029738

84	0,168837	0.1002740	0,059498	0,036479
85	0,168673	-0.0021590	0,060485	0,03352
86	0,162589	-0.3561550	0,0618	0,034671
87	0,165713	-0.4794700	0,061307	0,034178
88	0,16374	-0.1376410	0,066075	0,034342
89	0,164069	-0.0789430	0,066239	0,033849
90	0,16374	-0.0814090	0,064102	0,03204
91	0,162754	-0.4582590	0,0618	0,036151
92	0,16374	-0.3214620	0,057361	0,034178
93	0,164727	-0.8573060	0,057032	0,030232
94	0,164398	-0.1144580	0,056045	0,032698
95	0,163576	-0.1404360	0,058018	0,029409
96	0,162261	-0.1868030	0,059663	0,030889
97	0,165056	-0.0169570	0,052757	0,033849
98	0,163905	-0.5628300	0,056539	0,028258
99	0,163247	-0.4030140	0,053908	0,028916
100	0,162425	-0.4645070	0,05473	0,029738
101	0,163412	-0.4454350	0,053579	0,029409
102	0,160452	-0.6951880	0,057032	0,031711
103	0,159959	-0.0713800	0,053744	0,02645
104	0,163247	-0.3568130	0,052757	0,031876
105	0,163247	-0.2642440	0,048318	0,029409
106	0,162754	-0.1190620	0,049797	0,029245
107	0,160781	-0.4488880	0,050291	0,031876
108	0,162589	-0.2686840	0,050948	0,034835
109	0,162589	-0.0667760	0,045029	0,038288
110	0,162754	-0.4671380	0,049304	0,055059
111	0,16111	-0.2254410	0,044372	0,060978
112	0,158972	-0.3602650	0,048647	0,057361
113	0,160616	-0.5217250	0,050455	0,056045
114	0,16374	-0.7634220	0,044207	0,054072
115	0,162589	-0.4102490	0,042727	0,050784
116	0,161439	-0.2183710	0,042399	0,053415
117	0,157821	0.3260230	0,04207	0,053744
118	0,16111	0.0381240	0,041576	0,053579
119	0,162096	-0.8574700	0,04355	0,047331
120	0,160123	-0.5833830	0,042892	0,046345
121	0,160616	-0.2913730	0,043385	0,047989
122	0,159959	-0.1746350	0,041083	0,046016
123	0,161932	-0.4163320	0,040426	0,047989
124	0,161439	-0.3559900	0,04059	0,045194
125	0,159794	-0.6922290	0,038781	0,043221
126	0,161439	-0.8842710	0,037959	0,03911
127	0,161767	-0.7392530	0,038288	0,039275
128	0,159137	-0.3563190	0,036644	0,04059

129	0,157821	-0.5666120	0,037466	0,041905
130	0,162425	-0.3540170	0,034835	0,039932
131	0,156342	-0.3295190	0,034671	0,042399
132	0,157821	-0.2861120	0,034013	0,040919
133	0,156177	-0.1060720	0,035822	0,040754
134	0,157328	-0.2737810	0,03911	0,042399
135	0,155026	-0.6943660	0,035493	0,041412
136	0,159794	-0.3666780	0,033027	0,042892
137	0,160452	-0.3707880	0,035329	0,039275
138	0,159301	-0.3970950	0,031547	0,041083
139	0,160123	-0.5005150	0,033027	0,03911
140	0,157328	-0.6401080	0,032205	0,042399
141	0,156835	-1.4531630	0,034013	0,041412
142	0,156835	-0.4104130	0,03352	0,037959
143	0,158315	-0.1777590	0,03056	0,041741
144	0,159137	-0.5026530	0,033027	0,04355
145	0,155355	-0.7459940	0,029903	0,042399
146	0,159301	-1.3753920	0,03056	0,043056
147	0,155519	-0.8395490	0,033191	0,045029
148	0,158808	-0.9495450	0,032205	0,04207
149	0,158643	-0.3568130	0,031876	0,041741
150	0,15667	-0.6080460	0,032533	0,040261
151	0,157164	-0.4186340	0,032369	0,040426
152	0,15667	-0.5447440	0,030725	0,041576
153	0,158643	-1.0779570	0,032862	0,040754
154	0,157492	-0.3880520	0,031876	0,041248
155	0,156013	-0.2407320	0,029574	0,046674
156	0,156342	-0.2875920	0,028916	0,035164
157	0,155026	-1.2658890	0,032205	0,040097
158	0,153711	-0.6256390	0,031876	0,038288
159	0,157328	-0.3453030	0,029574	0,045358
160	0,149765	-0.6937080	0,030725	0,043056
161	0,156506	-0.5940700	0,031711	0,04059
162	0,15667	-0.5164640	0,030396	0,04059
163	0,154368	-0.5587200	0,030889	0,041576
164	0,156342	-0.5146550	0,033191	0,04059
165	0,155026	-0.9046590	0,033356	0,042892
166	0,153711	-0.7854550	0,030725	0,043056
167	0,155026	-0.2885780	0,031711	0,038781
168	0,155848	-0.1846650	0,027108	0,043056
169	0,157986	-0.5246850	0,029903	0,041412
170	0,155684	-0.2635870	0,029738	0,043385
171	0,154533	-0.4090980	0,032369	0,03911
172	0,154533	-0.3076510	0,031382	0,042234
173	0,155026	-0.4112350	0,029738	0,045358

174	0,156999	-0.5010090	0,031547	0,046016
175	0,15404	-0.3267240	0,029409	0,041412
176	0,154533	-0.3107750	0,027108	0,034178
177	0,156835	-0.2816730	0,025628	0,040261
178	0,15667	-0.3347800	0,027601	0,046509
179	0,152067	-0.6826920	0,030396	0,044372
180	0,155684	-1.2806870	0,03056	0,0447
181	0,15404	-0.7757540	0,030232	0,048482
182	0,153382	-0.7923600	0,030396	0,041083
183	0,149765	-0.6919000	0,030232	0,039275
184	0,156506	-0.5740110	0,028423	0,039439
185	0,156342	-0.3921630	0,029409	0,042399
186	0,153053	-0.5973590	0,030889	0,038946
187	0,155355	-0.7400750	0,025792	0,043385
188	0,154204	-0.0531290	0,028587	0,041248
189	0,153546	-0.5707230	0,028587	0,041905
190	0,157986	-0.2803570	0,029245	0,041083
191	0,152724	-0.8268880	0,027765	0,04914
192	0,155355	-2.0181090	0,029574	0,042727
193	0,154533	-1.1336950	0,020695	0,042892
194	0,152395	-0.4497100	0,030232	0,046016
195	0,159301	-0.4409950	0,029574	0,044865
196	0,154533	-0.3640470	0,028423	0,040754
197	0,15404	-0.4929520	0,030232	0,042563
198	0,151573	-0.7481310	0,028258	0,0447
199	0,153382	-0.1997920	0,030232	0,041576
200	0,152395	-0.5932480	0,029903	0,045029
201	0,152395	-0.5135050	0,028258	0,044536
202	0,154697	-0.1483280	0,03056	0,040261
203	0,149107	-0.9437910	0,029409	0,041248
204	0,152889	-0.2193580	0,029409	0,04355
205	0,15256	-0.4643430	0,028423	0,044536
206	0,151573	-0.7274150	0,028916	0,04618
207	0,151738	-0.6902560	0,027108	0,041248
208	0,150587	-0.4437910	0,028752	0,044207
209	0,152231	-0.6813770	0,02645	0,039603
210	0,153218	-1.0465530	0,025957	0,043714
211	0,153053	-0.3231060	0,030725	0,041083
212	0,153711	-0.6458620	0,028258	0,044865
213	0,153711	-0.5159710	0,029903	0,045523
214	0,15108	-0.4541490	0,027108	0,041248
215	0,153382	-0.6412590	0,025957	0,043056
216	0,152395	-0.9092630	0,029409	0,043221
217	0,155191	-0.9082760	0,029081	0,045358
218	0,154204	-0.5759840	0,028916	0,036808

219	0,151244	-0.5033100	0,028258	0,043714
220	0,150751	-0.2160690	0,029574	0,041741
221	0,153218	-0.5758200	0,029738	0,041576
222	0,153875	-0.4432970	0,030232	0,045687
223	0,153218	-0.3740770	0,031218	0,041741
224	0,155191	-0.4751950	0,029738	0,042727
225	0,151409	-0.6690460	0,028423	0,047331
226	0,155026	-0.5539520	0,031547	0,040754
227	0,152889	-0.2206730	0,030067	0,04355
228	0,153711	-0.4936100	0,029738	0,04355
229	0,15256	-0.7359640	0,031054	0,043878
230	0,1496	-0.6498080	0,029574	0,042563
231	0,150587	-0.3870660	0,028916	0,037302
232	0,150916	-0.2989370	0,029409	0,04618
233	0,15256	-0.3813110	0,028258	0,045523
234	0,152724	-1.0131760	0,029245	0,042727
235	0,148449	-0.1179110	0,029409	0,040919
236	0,151244	-0.6026200	0,029081	0,041905
237	0,151573	-0.8405350	0,02645	0,04355
238	0,151409	-0.5828900	0,029409	0,045687
239	0,150094	-0.5597060	0,028258	0,043878
240	0,148614	-0.2862760	0,02793	0,043385
241	0,153053	-0.3091310	0,026943	0,045194
242	0,148121	-0.4444480	0,027765	0,04059
243	0,147792	-0.6093610	0,028423	0,038946
244	0,151573	-0.5013370	0,024312	0,042563
245	0,150258	-0.3160360	0,028423	0,043714
246	0,153218	-0.2336620	0,028916	0,047496
247	0,154862	0.0435500	0,027765	0,044043
248	0,151573	-0.1697030	0,027601	0,042234
249	0,150258	-0.5064340	0,029574	0,043221
250	0,15108	-0.1762800	0,026285	0,041083
251	0,151244	-0.2581610	0,030396	0,043221
252	0,151244	-0.3693080	0,02793	0,045194
253	0,1496	-0.5791080	0,029903	0,04207
254	0,150094	-0.6221860	0,028587	0,043714
255	0,151244	-0.2588180	0,025792	0,040754
256	0,149765	-0.2145890	0,028752	0,042892
257	0,148778	-0.3306700	0,029574	0,039768
258	0,148121	-0.1083740	0,026943	0,04618
259	0,148285	-0.7229750	0,02645	0,042892
260	0,148121	-0.8268880	0,028094	0,043878
261	0,150094	-0.4472430	0,02793	0,04207
262	0,150751	-0.7607920	0,02793	0,042399
263	0,148943	-0.5602000	0,028587	0,043056

264	0,148449	-0.3788450	0,029245	0,039932
265	0,149107	-0.3158720	0,026121	0,046016
266	0,151738	-0.0896300	0,028258	0,045194
267	0,147627	-0.1338590	0,031218	0,043056
268	0,148121	-0.3517160	0,028587	0,037959
269	0,146147	-0.5296180	0,029903	0,041905
270	0,150258	-0.5450730	0,024806	0,041741
271	0,148449	-0.5799300	0,029738	0,041905
272	0,150422	-0.7154120	0,029245	0,046345
273	0,148121	-0.5621730	0,03056	0,043056
274	0,147956	-0.2448430	0,02645	0,044207
275	0,147298	-0.7496110	0,028916	0,04355
276	0,150258	-0.5023240	0,025463	0,042892
277	0,147956	-0.2854540	0,028423	0,046016
278	0,147792	-0.6415870	0,02793	0,041083
279	0,150587	-0.8360960	0,025792	0,042892
280	0,149765	0.0409190	0,022011	0,04059
281	0,147463	-0.5171220	0,026614	0,043714
282	0,1496	-0.4929520	0,029574	0,041905
283	0,14697	-0.4151820	0,028916	0,044536
284	0,149436	-0.6131430	0,027108	0,043878
285	0,149107	-0.4025210	0,029081	0,045029
286	0,148285	-0.1946950	0,025957	0,043056
287	0,150094	-0.4924590	0,028094	0,041248
288	0,146147	-0.5271510	0,02793	0,040754
289	0,149436	-0.8259020	0,028916	0,046345
290	0,146312	-0.6228440	0,02497	0,045687
291	0,142859	-0.1687160	0,028587	0,038453
292	0,148449	-0.4418180	0,031218	0,037466
293	0,148778	-0.4406670	0,027108	0,043221
294	0,147463	-0.6230080	0,026121	0,045523
295	0,145325	-0.6715120	0,031054	0,04355
296	0,149436	-0.3714460	0,027765	0,041905
297	0,145161	-0.1425740	0,029081	0,042563
298	0,148121	0.0170780	0,028752	0,042399
299	0,145654	-0.1802260	0,029409	0,0447
300	0,147627	-0.3263950	0,027765	0,045523
301	0,146641	-0.5534580	0,032698	0,040919
302	0,147298	-0.3408640	0,025957	0,045194
303	0,148121	0.0461800	0,027272	0,0447
304	0,146147	-0.4049880	0,02645	0,045194
305	0,146641	-0.4104130	0,029574	0,040754
306	0,143517	-0.6488220	0,030889	0,041412
307	0,145819	-1.3140640	0,029081	0,042727
308	0,146312	-0.7650670	0,029409	0,043714

309	0,144668	-0.6522750	0,028587	0,044536
310	0,145161	-0.5845340	0,026943	0,041083
311	0,147134	-0.5524720	0,027108	0,045523
312	0,148614	-0.3559900	0,029738	0,04059
313	0,144668	-0.8966020	0,028916	0,046509
314	0,146641	-0.3352740	0,03056	0,042234
315	0,146147	-0.2369510	0,028752	0,044372
316	0,146476	-0.5618440	0,026943	0,043385
317	0,149436	-0.9059740	0,029574	0,040754
318	0,147134	-0.0851910	0,029245	0,045029
319	0,149107	-0.6021270	0,028094	0,045194
320	0,146312	-0.9557930	0,032533	0,042727
321	0,146805	-0.6320510	0,028094	0,043221
322	0,147134	-0.7219890	0,02793	0,044536
323	0,147956	-0.4806210	0,030725	0,043056
324	0,147298	-0.5089010	0,026943	0,038617
325	0,145819	-0.1484930	0,026943	0,041741
326	0,145325	-0.0981800	0,031547	0,041083
327	0,146641	-0.2867700	0,027765	0,04059
328	0,145654	-0.2448430	0,027272	0,043714
329	0,148778	-0.3305050	0,030067	0,041905
330	0,146805	-0.7063690	0,029245	0,042563
331	0,147298	-0.4184700	0,030889	0,044207
332	0,147463	-0.2415540	0,031547	0,04059
333	0,14549	-0.4360630	0,02793	0,042399
334	0,144832	-0.4186340	0,031218	0,043385
335	0,144997	-0.2746030	0,030889	0,041083
336	0,145325	-0.4081110	0,027765	0,046509
337	0,148121	-0.2612850	0,030396	0,042563
338	0,146476	-0.3865730	0,026121	0,042727
339	0,144339	-0.7956490	0,030396	0,042892
340	0,144174	-0.7275790	0,028916	0,042563
341	0,145819	-0.7284010	0,027108	0,043714
342	0,145325	-0.5205750	0,029738	0,042563
343	0,146147	-0.5325770	0,029081	0,044536
344	0,143188	-0.9183060	0,031876	0,042563
345	0,144832	-0.5973590	0,027436	0,044372
346	0,146805	-0.4339250	0,028752	0,044043
347	0,144174	-0.3446450	0,034506	0,043056
348	0,144339	-0.3102820	0,025628	0,045687
349	0,143023	-0.4771680	0,031547	0,039603
350	0,142366	-0.4998580	0,028094	0,041905
351	0,141873	-0.5896310	0,03056	0,040754
352	0,142201	-0.5657900	0,028587	0,043714
353	0,145325	-0.3901900	0,026943	0,042727

354	0,143681	-0.5182730	0,027765	0,041412
355	0,141708	-1.3809830	0,028258	0,041741
356	0,144997	-0.6820350	0,02645	0,041576
357	0,147956	-0.4334320	0,02793	0,042234
358	0,143188	-0.7390880	0,029574	0,042892
359	0,146147	-0.7098220	0,029245	0,042892
360	0,143188	-1.1948600	0,026943	0,043714
361	0,143846	-0.6833500	0,027765	0,044372
362	0,145654	-0.2719720	0,025299	0,04059
363	0,144668	-0.0935770	0,02793	0,041905
364	0,144832	0.0159270	0,028916	0,044372
365	0,142037	-0.1840070	0,029081	0,040426
366	0,142859	-0.6105120	0,029738	0,044372
367	0,145325	-0.5215610	0,027601	0,042234
368	0,143681	-0.7206730	0,03204	0,039768
369	0,143517	-0.2920310	0,027765	0,042399
370	0,144174	-0.4529980	0,029738	0,045523
371	0,143352	-0.1917350	0,029409	0,04207
372	0,144668	-1.0569120	0,032862	0,039768
373	0,143352	-0.3480980	0,030889	0,040097
374	0,141708	-0.5664480	0,033027	0,040919
375	0,143517	-0.9090980	0,027108	0,042399
376	0,142695	-0.2262630	0,028916	0,04059
377	0,142366	-0.2816730	0,028423	0,041576
378	0,142037	-0.4536560	0,027601	0,045194
379	0,142366	0.0525930	0,030232	0,043714
380	0,143517	-0.1422450	0,029574	0,04059
381	0,143352	-0.5345500	0,028094	0,038288
382	0,141215	-0.6195550	0,026779	0,045358
383	0,141215	-0.7058760	0,028916	0,041576
384	0,143517	-0.2155760	0,025299	0,04355
385	0,141708	-0.5493480	0,029081	0,042234
386	0,142201	-0.2619420	0,025628	0,046016
387	0,144668	-0.5384960	0,028423	0,040919
388	0,140886	-0.4955830	0,029245	0,0447
389	0,14105	-0.8005810	0,026614	0,043714
390	0,140886	-0.5125180	0,030725	0,039768
391	0,143846	-0.1440530	0,025463	0,04618
392	0,143846	-0.3742410	0,030232	0,046838
393	0,140228	-0.3721040	0,027601	0,045358
394	0,140228	-0.2627640	0,029903	0,039768
395	0,142037	-0.5503350	0,028916	0,041905
396	0,141544	-0.3109390	0,026121	0,045358
397	0,147298	-0.1940370	0,028587	0,042563
398	0,141379	-0.2517480	0,027601	0,037795

399	0,142695	-0.2992660	0,027601	0,042892
400	0,144503	0.0391100	0,030725	0,039768
401	0,143517	-0.2330040	0,029903	0,040261
402	0,140722	-0.3793380	0,028258	0,042563
403	0,141873	-0.3803250	0,029409	0,037959
404	0,141215	-0.3283680	0,03352	0,042399
405	0,140722	-0.2359640	0,029738	0,037466
406	0,142037	-0.2982790	0,029574	0,043221
407	0,142695	-0.9229100	0,028752	0,043221
408	0,14253	-0.4383650	0,028916	0,044043
409	0,140886	-0.2869340	0,031711	0,041905
410	0,138913	-0.4294860	0,027272	0,048811
411	0,142366	-0.1239940	0,028752	0,038781
412	0,141708	-0.3208050	0,030396	0,042892
413	0,141544	-0.5322480	0,027765	0,03911
414	0,141873	-0.3153790	0,028258	0,045358
415	0,141708	-0.4918010	0,030396	0,042892
416	0,13842	-0.5572400	0,026943	0,040919
417	0,1399	-0.7486250	0,028094	0,039603
418	0,142366	-0.2798640	0,033684	0,044536
419	0,141708	-0.2635870	0,029409	0,03352
420	0,140393	-0.1807190	0,026943	0,039275
421	0,140722	-0.8333010	0,028258	0,040097
422	0,142201	-0.1376410	0,030232	0,041905
423	0,139406	-0.6496440	0,027436	0,042892
424	0,140557	-0.1968320	0,030232	0,039275
425	0,13842	-0.4704270	0,027108	0,039275
426	0,141544	-0.6136360	0,029903	0,044043
427	0,140393	-0.5153130	0,026779	0,043221
428	0,14105	-0.3033760	0,030396	0,039275
429	0,143023	-0.4179770	0,027436	0,039275
430	0,139406	-0.1938730	0,028752	0,037795
431	0,141544	-0.6963390	0,029081	0,04059
432	0,142859	-0.4003840	0,03056	0,041576
433	0,140557	-0.0312610	0,028423	0,041248
434	0,139735	-0.1864740	0,028587	0,031382
435	0,140722	-0.3370820	0,031382	0,040426
436	0,139077	-0.1503010	0,028587	0,04059
437	0,139571	-0.4441190	0,026121	0,043878
438	0,141379	-0.3245860	0,026779	0,042727
439	0,137433	-1.0636530	0,029081	0,041248
440	0,138749	-0.8676640	0,028752	0,039932
441	0,13842	-0.5149840	0,027436	0,036151
442	0,139735	-0.1853230	0,029738	0,040754
443	0,137926	-0.4939390	0,026779	0,04355

444	0,141708	-0.5768060	0,025792	0,039603
445	0,1399	0.6274040	0,02793	0,041083
446	0,140064	-0.1649350	0,03056	0,041576
447	0,139406	-0.3272170	0,029409	0,038781
448	0,138584	-0.1180750	0,029409	0,048975
449	0,138091	-0.6687170	0,028094	0,044865
450	0,140228	-0.1399430	0,02645	0,040426
451	0,138913	-0.4571090	0,029081	0,041905
452	0,138255	-0.5184370	0,027601	0,039603
453	0,14105	-0.9719070	0,028258	0,038124
454	0,1399	-0.6902560	0,029081	0,040097
455	0,137598	-0.7272500	0,028916	0,041905
456	0,141379	0.0445360	0,028423	0,039768
457	0,1399	-0.7640800	0,028094	0,040097
458	0,138913	-0.3250800	0,029081	0,04207
459	0,135953	-0.6762800	0,029574	0,041576
460	0,137104	-0.9797990	0,028094	0,041905
461	0,137269	-0.7422120	0,030725	0,043385
462	0,1399	-0.0705580	0,030067	0,041248
463	0,140886	-0.2168910	0,029081	0,039932
464	0,138913	-0.2726300	0,028258	0,039603
465	0,140722	-0.4166610	0,029738	0,043221
466	0,139571	-0.8390550	0,03056	0,043878
467	0,139406	-0.2754250	0,028752	0,039932
468	0,139406	-0.7195220	0,030067	0,041576
469	0,140393	-0.5327420	0,02793	0,036808
470	0,140557	-0.3308340	0,029738	0,039603
471	0,137926	-0.2094920	0,028916	0,041905
472	0,137104	-0.4354050	0,029574	0,040754
473	0,140886	-0.2874270	0,03056	0,036973
474	0,138255	-0.1111690	0,030067	0,038946
475	0,140886	-0.4135370	0,028258	0,04207
476	0,140064	-0.2369510	0,029738	0,039439
477	0,141215	-0.8762140	0,029574	0,038946
478	0,139242	-0.4429680	0,026121	0,037795
479	0,136118	-0.1800610	0,029081	0,043056
480	0,138584	0.0050750	0,028752	0,044207
481	0,139735	-0.5409630	0,025463	0,045358
482	0,136611	-0.4283350	0,028752	0,037959
483	0,136118	-0.6111700	0,027272	0,041412
484	0,140064	-0.4602330	0,029081	0,039768
485	0,139077	-0.7381020	0,027601	0,041412
486	0,137926	-0.6364900	0,029245	0,040426
487	0,139242	-0.0842050	0,029574	0,042399
488	0,139242	-0.3803250	0,028094	0,041905

489	0,138913	-0.8431660	0,029245	0,043221
490	0,136447	-0.5656260	0,031218	0,041412
491	0,138255	-0.4255400	0,028258	0,037795
492	0,136447	-0.2747670	0,029245	0,041248
493	0,140557	-0.6013050	0,028752	0,036644
494	0,135625	-0.6274470	0,028587	0,04059
495	0,138255	-0.1162660	0,029245	0,041741
496	0,135296	-0.6049220	0,030725	0,040919
497	0,137926	0.0793930	0,028094	0,035986
498	0,13842	-0.4725640	0,028258	0,04207
499	0,137104	-0.3602650	0,028258	0,040919
500	0,12987	-0.4289930	0,028258	0,041741
501	0,139735	-0.6595090	0,029903	0,041741
502	0,139406	-0.4677960	0,02497	0,039439
503	0,139735	-0.5181080	0,029409	0,039275
504	0,136282	-0.4760170	0,03056	0,040426
505	0,137926	-0.0046250	0,029081	0,041741
506	0,137598	-0.1919000	0,028752	0,044207
507	0,13694	-0.2999230	0,029738	0,039275
508	0,137433	-0.2305380	0,027436	0,041412
509	0,136776	-0.1794040	0,028258	0,043878
510	0,137433	-0.6437250	0,027436	0,034178
511	0,137762	-0.8448100	0,028916	0,042234
512	0,137598	-0.8525380	0,026779	0,038617
513	0,137762	-0.3333010	0,028587	0,03911
514	0,134967	-0.1366550	0,028094	0,042399
515	0,13694	-0.2252770	0,029574	0,041412
516	0,136282	-0.3066650	0,026943	0,04207
517	0,135296	-0.7614490	0,030396	0,039768
518	0,135296	-0.1984760	0,028587	0,037959
519	0,136776	-0.8798320	0,029903	0,042399
520	0,13546	-0.2770690	0,031876	0,041248
521	0,137433	-0.6429030	0,025792	0,040754
522	0,135789	-0.5904530	0,027108	0,041412
523	0,138584	-0.5065990	0,028258	0,038946
524	0,137762	-0.6565500	0,030067	0,036151
525	0,135953	-0.5536230	0,027108	0,03911
526	0,134803	-0.2395810	0,030725	0,038453
527	0,137269	-0.2626000	0,027601	0,042399
528	0,136282	-0.3107750	0,028752	0,042563
529	0,137598	-0.4881840	0,029903	0,038617
530	0,136447	-0.7198510	0,030725	0,040426
531	0,135625	-0.3875590	0,031054	0,038946
532	0,138584	-0.0560890	0,02793	0,041576
533	0,135789	-0.4409950	0,025628	0,039439

534	0,137762	-0.6649350	0,029245	0,040261
535	0,136447	-1.0708870	0,030889	0,035493
536	0,136118	-0.7708210	0,02793	0,040261
537	0,136776	-0.8706240	0,031711	0,041905
538	0,137269	-0.1986410	0,029081	0,037959
539	0,136447	-0.6141290	0,028916	0,040754
540	0,137762	-0.2989370	0,030067	0,038124
541	0,132336	-0.5611860	0,030396	0,040754
542	0,136611	-0.5843690	0,027765	0,03763
543	0,137104	-0.3980820	0,027272	0,041905
544	0,137269	-0.4211010	0,030067	0,037466
545	0,136282	-0.6900910	0,03352	0,042234
546	0,135131	-0.2057110	0,030067	0,043056
547	0,136447	-0.1700320	0,029409	0,038617
548	0,134967	-0.5278090	0,026614	0,038946
549	0,132829	-0.5700650	0,026285	0,040919
550	0,135789	-0.3980820	0,028752	0,043221
551	0,13398	-0.5516500	0,029245	0,04207
552	0,134145	-0.4013700	0,028752	0,041412
553	0,135789	-0.3069930	0,026121	0,041905
554	0,135953	-0.2731230	0,027601	0,034506
555	0,133816	-0.3827910	0,030067	0,039768
556	0,135953	-0.2113010	0,02497	0,041083
557	0,13398	-0.6989700	0,028587	0,039932
558	0,134638	-0.1392850	0,029574	0,041576
559	0,136776	-0.1734850	0,027601	0,041083
560	0,133487	-0.1529320	0,027108	0,038453
561	0,132007	-0.2256060	0,027272	0,040426
562	0,134638	-0.7356360	0,029903	0,042399
563	0,13398	-0.0314260	0,027272	0,042234
564	0,136776	-0.1414230	0,028752	0,037959
565	0,135953	-0.7568460	0,028752	0,039768
566	0,133652	-0.3495780	0,029245	0,037302
567	0,133816	-0.3053490	0,027765	0,037795
568	0,136282	-0.3451390	0,030396	0,041576
569	0,13546	-0.7413900	0,028587	0,042563
570	0,133158	-0.9987070	0,028916	0,043221
571	0,131843	-0.4806210	0,032205	0,038453
572	0,13694	-0.6422450	0,028916	0,041248
573	0,134638	-0.0498410	0,029903	0,038617
574	0,135625	-0.0827250	0,029081	0,040097
575	0,13546	-0.3438230	0,029081	0,039932
576	0,134145	-0.8630610	0,031054	0,040919
577	0,134638	-0.3684860	0,028916	0,035986
578	0,13398	-0.2709850	0,029245	0,038781

579	0,135296	-0.1874600	0,026614	0,036479
580	0,134145	-0.2502690	0,02793	0,041741
581	0,135789	-0.6861450	0,025135	0,040261
582	0,136611	-0.2841390	0,028752	0,041576
583	0,13694	-0.3142280	0,026285	0,038124
584	0,135296	-0.1323800	0,030232	0,037466
585	0,131021	-0.2999230	0,028423	0,040919
586	0,133158	-0.5310970	0,029738	0,042234
587	0,134638	-0.6182400	0,029903	0,037466
588	0,135953	-0.2915380	0,029409	0,041576
589	0,134967	-0.3693080	0,029903	0,039603
590	0,134638	-0.4253760	0,027272	0,042892
591	0,134474	-0.7438560	0,029245	0,038946
592	0,134803	-0.5891380	0,025792	0,039768
593	0,133487	-0.2456650	0,027436	0,042399
594	0,135953	-0.3974240	0,031218	0,037302
595	0,134309	-0.5056120	0,029903	0,037466
596	0,134145	-0.0817380	0,028094	0,040261
597	0,13546	-0.3975890	0,029738	0,039275
598	0,134145	-0.6647710	0,028752	0,04059
599	0,134474	-0.2392520	0,02645	0,04059
600	0,132007	-0.6660860	0,028916	0,040097
601	0,132994	-0.4483940	0,026943	0,040097
602	0,13135	-0.3574700	0,029081	0,038781
603	0,134803	0.0277650	0,030396	0,040261
604	0,133323	-0.5361940	0,029738	0,03911
605	0,135296	-0.6364900	0,028587	0,044207
606	0,133323	-0.4585880	0,029574	0,039932
607	0,133652	-0.7265920	0,030889	0,034013
608	0,133487	0.2051740	0,029245	0,040097
609	0,131679	-0.2126160	0,028752	0,038453
610	0,133487	-0.4316240	0,030232	0,039603
611	0,130856	-0.6974900	0,030396	0,040426
612	0,133816	-0.5245210	0,03056	0,04059
613	0,134309	-0.4806210	0,031054	0,042399
614	0,134803	-0.6683880	0,030232	0,042399
615	0,133652	-0.5850270	0,032698	0,042399
616	0,134309	-0.6146230	0,026614	0,04207
617	0,131514	-0.9763460	0,031547	0,044372
618	0,132501	-0.9783190	0,031218	0,039275
619	0,131021	-0.7861120	0,029574	0,037302
620	0,133652	-0.4424750	0,027765	0,040426
621	0,13135	-0.6359970	0,031876	0,038288
622	0,132829	-0.4209360	0,030889	0,037302
623	0,132336	-0.2744380	0,030067	0,036973

624	0,132501	-0.7024230	0,027601	0,03763
625	0,132994	-0.2588180	0,030396	0,041083
626	0,135296	-0.0172860	0,029081	0,039768
627	0,133487	-0.1907490	0,031218	0,038617
628	0,132994	-0.6382990	0,035822	0,04059
629	0,134967	-0.2650660	0,031876	0,041741
630	0,132007	-0.3577990	0,031382	0,035822
631	0,137104	-0.3977530	0,030067	0,041248
632	0,13398	-0.3362600	0,028423	0,039768
633	0,133487	-0.4539850	0,027765	0,0447
634	0,133323	-0.2218240	0,03056	0,040754
635	0,132336	-0.5513210	0,030067	0,040426
636	0,133323	-0.2014360	0,030067	0,039439
637	0,132665	-0.1197190	0,028752	0,043056
638	0,13135	-0.1003180	0,028423	0,037466
639	0,130856	-0.6578650	0,031054	0,037137
640	0,134145	-0.1803900	0,03204	0,038453
641	0,133323	-0.2226460	0,028258	0,041248
642	0,132829	-0.3461250	0,030889	0,03763
643	0,134803	-0.6410940	0,026285	0,040426
644	0,132007	-0.3734190	0,029574	0,036644
645	0,129048	-0.6364900	0,030232	0,040261
646	0,131679	-0.7246190	0,028258	0,038288
647	0,132501	-0.4661520	0,028916	0,039603
648	0,13398	-0.2126160	0,029574	0,036644
649	0,131843	-0.1228430	0,030067	0,038617
650	0,133158	0.0396030	0,028752	0,039768
651	0,132007	-0.1803900	0,029738	0,038453
652	0,130528	-0.6216930	0,030396	0,041741
653	0,132336	-0.5819030	0,031711	0,035493
654	0,133487	-0.4201140	0,028587	0,039932
655	0,132829	-0.4793050	0,031382	0,041741
656	0,132665	-0.2052180	0,031711	0,036479
657	0,132336	-0.2584900	0,030725	0,038781
658	0,131843	-0.1456980	0,026779	0,041412
659	0,131843	0.0358220	0,031876	0,038453
660	0,131021	-0.1632910	0,028752	0,03911
661	0,132007	-0.2367860	0,02793	0,040426
662	0,131843	-0.4674670	0,028587	0,037795
663	0,132172	-0.0204100	0,02793	0,040097
664	0,131679	-0.2931820	0,031382	0,038124
665	0,132172	-0.8887100	0,028587	0,038781
666	0,131843	-0.2734520	0,029081	0,038288
667	0,132007	0.1875810	0,029903	0,039768
668	0,131185	-0.2144250	0,029409	0,041083

669	0,129705	-0.0529650	0,030889	0,041576
670	0,129705	-0.3980820	0,032533	0,03911
671	0,132007	-0.4765100	0,028587	0,034835
672	0,131679	-0.2042310	0,025628	0,041412
673	0,130692	-0.2816730	0,031054	0,03911
674	0,132336	-0.4349120	0,031218	0,035986
675	0,131843	-0.8360960	0,030725	0,044865
676	0,131185	-0.2168910	0,028916	0,041576
677	0,129541	0.1635760	0,029738	0,036973
678	0,132665	-0.2366220	0,031382	0,038617
679	0,130856	-0.2178780	0,029903	0,038617
680	0,127897	-0.5276450	0,028587	0,040919
681	0,132665	-0.3638830	0,030232	0,03911
682	0,131021	0.2831090	0,030889	0,041576
683	0,129048	-0.3702950	0,030232	0,039768
684	0,131679	-0.5774640	0,030232	0,036644
685	0,131021	-0.3776940	0,030067	0,040919
686	0,13135	-0.4327740	0,029409	0,039275
687	0,131021	-0.4066320	0,030232	0,039439
688	0,128061	-0.4081110	0,032369	0,036808
689	0,131021	-0.3053490	0,027765	0,040754
690	0,128719	-0.2004490	0,032533	0,04059
691	0,129212	-0.4526690	0,030889	0,039603
692	0,131843	-0.1736490	0,030232	0,040097
693	0,131514	0.2296730	0,030725	0,040426
694	0,129541	-0.6103480	0,029903	0,038946
695	0,131514	-0.3707880	0,031382	0,038781
696	0,13135	-0.4788120	0,030067	0,038124
697	0,13135	-0.4580950	0,032698	0,035493
698	0,131185	-0.6782530	0,029574	0,038781
699	0,128883	-0.2798640	0,031876	0,039603
700	0,125759	-0.5424420	0,032205	0,038288
701	0,132665	-0.9025210	0,027108	0,039603
702	0,131185	-0.3890390	0,031054	0,04207
703	0,129705	-0.4041650	0,029574	0,039768
704	0,131679	-0.4784830	0,028423	0,040919
705	0,131021	-0.4802920	0,031711	0,040261
706	0,129212	-0.8423440	0,029903	0,039932
707	0,131185	-0.3502360	0,032205	0,040754
708	0,129705	-0.3032120	0,026943	0,039768
709	0,127897	-0.1118270	0,032862	0,039768
710	0,132336	-0.4016990	0,028752	0,039275
711	0,131514	-0.4825940	0,031218	0,03911
712	0,129705	-0.1716760	0,032533	0,035822
713	0,128226	-0.8785160	0,033356	0,038617

714	0,128226	-0.7226460	0,028916	0,038288
715	0,132007	-0.4479010	0,03204	0,041412
716	0,12987	-0.5278090	0,027601	0,037302
717	0,130034	-0.4599040	0,033684	0,036808
718	0,132501	-0.0431000	0,030067	0,04059
719	0,132007	0.0670620	0,03204	0,035164
720	0,129377	-0.0393180	0,030725	0,035657
721	0,132007	-0.2233040	0,026943	0,039932
722	0,130199	-0.3505650	0,029903	0,038946
723	0,12839	0.0691990	0,030232	0,03763
724	0,130856	-0.1521100	0,030232	0,039932
725	0,130034	-0.3318210	0,030232	0,039439
726	0,131514	-0.0343850	0,032698	0,039932
727	0,129048	-0.3709530	0,03056	0,040426
728	0,129212	-0.3162010	0,028587	0,039932
729	0,130692	-0.1810480	0,030889	0,038946
730	0,130692	-0.1846650	0,03204	0,038124
731	0,128719	-0.5072570	0,033849	0,040261
732	0,128883	-0.5610220	0,036808	0,039275
733	0,127568	-0.1519460	0,031711	0,041083
734	0,12839	-0.4988710	0,031382	0,041083
735	0,128719	-0.7775630	0,029081	0,043878
736	0,128719	-0.3783520	0,031547	0,039603
737	0,130034	-0.0439220	0,03056	0,034178
738	0,129541	-0.2014360	0,030889	0,040754
739	0,128555	-0.4821000	0,028258	0,038288
740	0,12987	-0.3050200	0,031876	0,038617
741	0,129212	-0.6032780	0,03352	0,038124
742	0,130528	-0.1825280	0,029574	0,035986
743	0,131679	-0.0838760	0,029081	0,040754
744	0,130692	-0.6064020	0,033027	0,038453
745	0,128719	-0.4715770	0,03352	0,038288
746	0,131021	-0.5925900	0,031876	0,039768
747	0,130856	-0.1741420	0,029245	0,037137
748	0,13135	-0.5429360	0,029738	0,038453
749	0,12987	-0.2251120	0,030725	0,038453
750	0,130856	-0.3084730	0,031054	0,038453
751	0,130528	-0.3346160	0,029738	0,040261
752	0,130199	-0.0407980	0,028258	0,039439
753	0,128555	-0.0235340	0,029409	0,041576
754	0,125924	-0.4998580	0,029903	0,03763
755	0,129048	-0.0703930	0,03056	0,040097
756	0,129541	-0.1619750	0,035164	0,040261
757	0,127568	-0.1979830	0,032369	0,036479
758	0,12691	-0.8740770	0,032698	0,039603

759	0,130363	-0.5197520	0,031876	0,036151
760	0,129212	-0.2892360	0,031711	0,036315
761	0,131021	-0.3982460	0,029903	0,038453
762	0,127732	-0.3655270	0,029903	0,037795
763	0,127897	-0.2754250	0,031054	0,040097
764	0,128883	-0.5646390	0,028094	0,039439
765	0,130692	-0.0307680	0,031054	0,035986
766	0,128719	-0.5763130	0,032369	0,037302
767	0,130034	-0.2316890	0,029245	0,042892
768	0,128555	-0.2499400	0,032369	0,043221
769	0,127404	-0.3081440	0,028752	0,04059
770	0,128061	0.0141180	0,031382	0,03911
771	0,130856	-0.1797320	0,03056	0,039932
772	0,127897	-0.2211660	0,028587	0,043221
773	0,12987	-0.0598710	0,031218	0,035329
774	0,130692	-0.2234680	0,029409	0,039932
775	0,127897	-0.2976210	0,031054	0,038781
776	0,128719	-0.2885780	0,033191	0,037302
777	0,131514	-0.2499400	0,027601	0,03911
778	0,129705	-0.0565820	0,03204	0,038781
779	0,129377	-0.3947930	0,029903	0,038617
780	0,129377	-0.5911110	0,029245	0,038946
781	0,126253	-0.7163980	0,030067	0,032533
782	0,129212	-0.2614490	0,031547	0,036151
783	0,126088	-0.4853890	0,03204	0,036315
784	0,129212	-0.0529650	0,031218	0,039603
785	0,128883	-0.2981150	0,032698	0,034506
786	0,128883	-0.5256720	0,028752	0,036808
787	0,129377	-0.5965360	0,029245	0,044865
788	0,125759	-1.0031460	0,031711	0,037466
789	0,128883	-0.1552340	0,033849	0,040426
790	0,129212	-0.6133070	0,028587	0,038288
791	0,131185	-0.3114330	0,030396	0,040426
792	0,128883	-0.3702950	0,028916	0,038617
793	0,128883	-0.4109070	0,03204	0,039932
794	0,128883	-0.1239940	0,030725	0,039439
795	0,130363	-0.0703930	0,031382	0,040426
796	0,125595	-0.3980820	0,032533	0,036973
797	0,128883	-0.6008110	0,032205	0,037959
798	0,130528	-0.7660530	0,034506	0,038617
799	0,129212	-0.2581610	0,02793	0,040426
800	0,130199	-0.7431990	0,031876	0,036644
801	0,129705	-0.5454020	0,027601	0,041741
802	0,127404	-0.8975890	0,029081	0,040261
803	0,128061	-0.4405020	0,030067	0,038124

804	0,127239	-0.4421460	0,03056	0,039275
805	0,125759	-0.5812450	0,031382	0,034835
806	0,123129	-0.2961420	0,030396	0,038617
807	0,126417	-0.7445140	0,031054	0,035657
808	0,128883	-0.6751290	0,031876	0,036973
809	0,128719	-0.9275130	0,031876	0,038124
810	0,129377	-0.4613830	0,03352	0,04059
811	0,128226	-0.5965360	0,032369	0,040261
812	0,128555	-0.0353720	0,031382	0,035164
813	0,128719	0.0303960	0,031876	0,033684
814	0,127404	-0.4386940	0,03204	0,037302
815	0,128883	-0.1549050	0,032369	0,040097
816	0,123951	-1.2884140	0,03204	0,038124
817	0,12691	-0.4724000	0,029738	0,036315
818	0,128883	-0.5863420	0,031876	0,041248
819	0,127568	-0.7094930	0,032369	0,036973
820	0,128719	-0.3272170	0,031382	0,036808
821	0,127404	-0.8804890	0,031382	0,036808
822	0,129541	-0.4937740	0,029081	0,038288
823	0,122635	-0.7037380	0,032698	0,039768
824	0,129705	-0.6185690	0,031711	0,040097
825	0,130199	-0.6207060	0,030396	0,036151
826	0,12691	-0.8303410	0,032205	0,038124
827	0,129212	-0.3101170	0,029738	0,038124
828	0,127239	-0.2507620	0,029409	0,03911
829	0,12691	-0.3462900	0,032698	0,037959
830	0,129541	-0.5643100	0,034671	0,034342
831	0,125431	-0.4275130	0,031218	0,038946
832	0,128226	-0.3860790	0,030067	0,040261
833	0,128555	-0.0207390	0,030725	0,037466
834	0,12839	-0.1144580	0,029903	0,040426
835	0,127568	-0.2285650	0,029738	0,03763
836	0,126253	-0.2163980	0,03204	0,036479
837	0,128555	-0.4418180	0,032698	0,039439
838	0,126746	-0.5646390	0,028423	0,038946
839	0,128719	-0.3206400	0,028423	0,038288
840	0,127568	-0.3231060	0,031054	0,038453
841	0,128555	-0.5462240	0,028587	0,040919
842	0,127239	-0.3333010	0,031876	0,036808
843	0,130363	-0.9268560	0,031054	0,040261
844	0,126088	-0.2233040	0,033356	0,037959
845	0,130856	-0.3183380	0,031876	0,038453
846	0,125924	-0.3211330	0,033027	0,037959
847	0,12839	-0.1744710	0,030396	0,037959
848	0,128555	-0.4212650	0,031711	0,039439

849	0,12839	0.0703500	0,03056	0,037959
850	0,128883	-0.1422450	0,031711	0,031054
851	0,126582	-0.5422780	0,032369	0,039603
852	0,129212	-0.6313930	0,030889	0,038124
853	0,129212	-1.4437910	0,033027	0,035657
854	0,12691	-0.7502690	0,032862	0,036973
855	0,127239	-0.3709530	0,031711	0,041412
856	0,127404	-0.2191930	0,027272	0,035493
857	0,12839	-0.4602330	0,029081	0,037795
858	0,126582	-0.7601340	0,031382	0,037466
859	0,129048	-0.2616140	0,029903	0,040097
860	0,126253	-0.1253100	0,030232	0,034013
861	0,129048	-0.2121230	0,033849	0,036973
862	0,128555	-0.5449090	0,034178	0,03763
863	0,129212	-0.2254410	0,032205	0,036973
864	0,126746	-0.7607920	0,03204	0,035986
865	0,127075	-1.2892360	0,031054	0,033027
866	0,128061	-0.5902890	0,031382	0,038124
867	0,127897	-0.3727610	0,031711	0,033027
868	0,130856	-0.6925580	0,032698	0,036479
869	0,127732	-0.1823630	0,030067	0,03911
870	0,130528	-0.5327420	0,035164	0,036315
871	0,127239	-0.2668750	0,032862	0,035329
872	0,128555	0.1175380	0,034013	0,039275
873	0,127732	-0.1407650	0,032862	0,036151
874	0,125431	-0.9209360	0,033027	0,038124
875	0,12691	-0.7739450	0,034506	0,038946
876	0,127239	-0.3592790	0,034342	0,034506
877	0,12691	-0.2165630	0,032369	0,038781
878	0,126253	-0.8380690	0,036973	0,035986
879	0,126582	-0.6098540	0,034178	0,035493
880	0,127404	-0.2336620	0,034835	0,040261
881	0,126582	-0.6412590	0,034835	0,035822
882	0,126746	-0.4066320	0,035	0,039275
883	0,127239	-0.2408970	0,035657	0,038453
884	0,130528	-0.3538530	0,032698	0,036315
885	0,130199	-0.6054150	0,037302	0,033027
886	0,127732	-0.6078810	0,036644	0,039439
887	0,128061	-0.3637180	0,036151	0,038453
888	0,125595	-0.0588840	0,035493	0,040919
889	0,127732	-0.4442840	0,033849	0,036315
890	0,129377	-0.3260660	0,034835	0,037302
891	0,124937	-0.6550700	0,036808	0,037795
892	0,12839	-0.3337940	0,035	0,040426
893	0,128555	-0.4357340	0,035986	0,040754

894	0,124773	0.3016890	0,036479	0,037959
895	0,128061	-0.2405680	0,037137	0,035493
896	0,128226	-0.4263620	0,038124	0,039768
897	0,126253	-0.3369180	0,037466	0,036808
898	0,127239	-0.4539850	0,033849	0,036973
899	0,126746	-0.4750300	0,036973	0,037466
900	0,127239	-0.4631920	0,034013	0,037302
901	0,127732	-0.4423110	0,036808	0,036151
902	0,123786	-0.1187330	0,03763	0,038124
903	0,126253	-0.3053490	0,036973	0,039275
904	0,126417	-0.3786800	0,03352	0,039768
905	0,127075	-0.0330700	0,035657	0,037137
906	0,125759	-0.4674670	0,037302	0,037302
907	0,128226	-0.4229090	0,037959	0,037466
908	0,128061	-0.3824620	0,037137	0,039275
909	0,123622	-0.4444480	0,038453	0,037137
910	0,127075	-0.3780230	0,037959	0,037466
911	0,126417	-0.5240270	0,036315	0,034342
912	0,127732	-0.5345500	0,037959	0,038124
913	0,12691	-0.5332350	0,037795	0,038124
914	0,129541	-0.5460600	0,035164	0,039603
915	0,126088	-0.5432640	0,035329	0,033356
916	0,127568	-0.2949910	0,039275	0,036315
917	0,126582	-0.2504330	0,035822	0,03763
918	0,127075	-0.2328400	0,038781	0,036479
919	0,130363	0.0384530	0,036151	0,035657
920	0,12839	-0.2364570	0,035986	0,036808
921	0,127075	-0.5524720	0,035164	0,033849
922	0,128226	-0.3193250	0,037137	0,040261
923	0,126253	-0.5958790	0,037137	0,037302
924	0,127897	-0.4898280	0,036479	0,033849
925	0,126253	-0.4827580	0,035329	0,039932
926	0,129048	-0.3250800	0,039275	0,035822
927	0,126253	-0.2070260	0,036808	0,038453
928	0,125431	-0.7242910	0,035822	0,031547
929	0,126253	-0.3351090	0,038124	0,037466
930	0,127075	-0.5235340	0,035822	0,038124
931	0,127732	-0.4793050	0,037137	0,038288
932	0,126088	-0.4362270	0,036644	0,035657
933	0,129212	-0.5940700	0,036315	0,043056
934	0,125759	-0.6900910	0,036644	0,037302
935	0,12691	-0.5434290	0,039275	0,035822
936	0,125759	-0.2867700	0,034835	0,037466
937	0,127897	-0.5595420	0,037137	0,039439
938	0,125595	-0.3300120	0,036808	0,037795

939	0,125759	-0.6907490	0,038124	0,035986
940	0,126582	-0.3022250	0,039603	0,038124
941	0,124115	-0.5802590	0,038946	0,038124
942	0,127239	-0.1780880	0,038124	0,035329
943	0,127075	-0.2660530	0,036808	0,038288
944	0,128061	-0.6338600	0,038288	0,035657
945	0,125924	-0.2505970	0,037959	0,036808
946	0,127404	-0.4918010	0,036973	0,038453
947	0,125266	-0.1491500	0,038781	0,038453
948	0,124773	-0.5988380	0,038124	0,036315
949	0,125924	-0.9265270	0,037959	0,037466
950	0,126746	-0.5092300	0,039768	0,034671
951	0,126746	-0.2086700	0,04059	0,043714
952	0,126417	-0.6547410	0,039275	0,034013
953	0,127239	-0.6775950	0,034835	0,037302
954	0,12428	-0.3176810	0,038453	0,040426
955	0,127075	-0.3198180	0,036315	0,03911
956	0,122471	-0.0057760	0,039603	0,035
957	0,127075	-0.2972930	0,036973	0,038288
958	0,110468	-0.9807850	0,039768	0,03352
959	0,12691	-0.4937740	0,037137	0,038617
960	0,125924	-0.4531620	0,040261	0,034835
961	0,123786	-0.5971940	0,036808	0,039275
962	0,127897	-0.7571740	0,039275	0,034835
963	0,126417	-0.5679270	0,035329	0,038124
964	0,125431	-0.4398440	0,041083	0,038124
965	0,127568	-0.1828560	0,038453	0,038124
966	0,122307	-0.4633570	0,038124	0,039275
967	0,125266	-1.2471450	0,041248	0,040754
968	0,126582	-0.3295190	0,040097	0,040261
969	0,126746	-0.8226140	0,036315	0,039275
970	0,125595	-0.0870000	0,038124	0,04059
971	0,127239	-0.2783840	0,037137	0,037795
972	0,125266	-0.2001210	0,040261	0,034506
973	0,128226	-0.2969640	0,03763	0,039768
974	0,125102	-0.7251130	0,038781	0,037302
975	0,126582	-0.6654280	0,038453	0,038288
976	0,125266	-0.3712810	0,038617	0,037795
977	0,125431	-0.4740440	0,035	0,031218
978	0,127568	-0.4584240	0,038781	0,045029
979	0,125266	-0.6371480	0,035493	0,039439
980	0,124608	-0.0787790	0,04059	0,035329
981	0,123951	-0.6687170	0,035164	0,03763
982	0,127404	-0.3346160	0,039932	0,033356
983	0,128061	-0.4199500	0,036479	0,037302

984	0,126417	-0.3543460	0,039932	0,038124
985	0,12691	-0.2967990	0,040754	0,036151
986	0,128226	-0.3176810	0,039275	0,036808
987	0,124444	0.3470680	0,037466	0,037959
988	0,12691	-0.3115970	0,035822	0,037959
989	0,127075	-0.4285000	0,039768	0,040261
990	0,126088	-0.2829880	0,03911	0,035329
991	0,125924	-0.2670390	0,040919	0,039439
992	0,124773	-0.3158720	0,037302	0,037302
993	0,125924	-0.2882500	0,038781	0,036808
994	0,126417	-0.7170560	0,037302	0,034342
995	0,126746	-0.7755890	0,036644	0,039439
996	0,126088	-0.3180090	0,037959	0,034506
997	0,124937	-1.3083090	0,040261	0,039439
998	0,125759	-0.1925570	0,036973	0,038617
999	0,125431	-0.8324790	0,035493	0,039275
1000	0,127075	-0.4051520	0,038288	0,037959
1001	0,124773	-0.9145240	0,036315	0,039768
1002	0,126746	-0.1775950	0,038124	0,037137
1003	0,127568	-0.0975230	0,034342	0,033027
1004	0,127075	-0.5419490	0,035986	0,036479
1005	0,127075	-0.3318210	0,032205	0,037137
1006	0,12428	-0.7533930	0,034506	0,038617
1007	0,126417	-0.6848300	0,034835	0,035493
1008	0,125431	-0.4237310	0,035329	0,038288
1009	0,127404	-0.5754910	0,035822	0,038617
1010	0,128061	-0.2637510	0,034506	0,039932
1011	0,126417	-0.1499730	0,034506	0,038124
1012	0,127568	-0.1919000	0,035329	0,037302
1013	0,127897	-0.0421130	0,030725	0,03763
1014	0,127732	-0.0468810	0,034671	0,037137
1015	0,125924	-0.1093610	0,034835	0,039932
1016	0,125595	-0.2905510	0,032205	0,038617
1017	0,126417	-0.4950900	0,034506	0,038453
1018	0,127732	-0.3393840	0,036151	0,035493
1019	0,127897	-0.3605940	0,035	0,037466
1020	0,126253	-0.6739780	0,035822	0,039275
1021	0,125266	-0.2701630	0,035657	0,037466
1022	0,126417	-0.7499400	0,033027	0,035329
1023	0,129541	0.1928430	0,03352	0,038617
1024	0,128719	-0.5029820	0,035	0,036644
1025	0,131679	-0.6843370	0,035164	0,037466
1026	0,126417	-0.6300780	0,03352	0,040261
1027	0,127075	-0.4957470	0,033191	0,041083
1028	0,128061	-0.6425740	0,033027	0,038124

1029	0,125431	-0.6869670	0,033356	0,037137
1030	0,127897	-0.5166280	0,035329	0,036315
1031	0,125595	-0.3374110	0,035657	0,038288
1032	0,127239	-0.0661180	0,034342	0,040261
1033	0,127075	-0.4219230	0,034671	0,033849
1034	0,128061	-0.2736160	0,036973	0,038288
1035	0,12839	-0.1082100	0,035164	0,03352
1036	0,127075	-0.3466190	0,035493	0,041248
1037	0,127568	-0.3980820	0,035493	0,036973
1038	0,127239	-0.8420150	0,035329	0,038288
1039	0,127404	-0.1055790	0,033849	0,036973
1040	0,128883	-0.2297160	0,032862	0,035
1041	0,126417	-0.6802260	0,032205	0,038946
1042	0,127568	-0.3691440	0,031876	0,038124
1043	0,127568	-0.3757210	0,031382	0,037959
1044	0,125759	-0.2397460	0,034671	0,036973
1045	0,128555	-0.5953860	0,034835	0,038453
1046	0,128555	-0.6532610	0,034342	0,037302
1047	0,125266	-0.7400750	0,035	0,038617
1048	0,127568	-0.1006470	0,032205	0,038288
1049	0,128226	-0.2703280	0,036479	0,03763
1050	0,127075	0.0425630	0,035986	0,035493
1051	0,127732	-0.3107750	0,035164	0,036479
1052	0,127239	-0.9740440	0,035822	0,036644
1053	0,127732	-0.3053490	0,036808	0,038617
1054	0,125102	-0.5310970	0,036479	0,038288
1055	0,128719	-0.2275790	0,036151	0,034342
1056	0,127732	-0.2422120	0,035822	0,039603
1057	0,126253	-0.1262960	0,036808	0,03204
1058	0,128883	-0.3400420	0,036644	0,035822
1059	0,127568	-0.1351750	0,036479	0,03763
1060	0,12691	-0.0914390	0,036315	0,03352
1061	0,129212	-0.1567140	0,036151	0,036808
1062	0,128883	-0.8046920	0,037466	0,037466
1063	0,12839	-0.6480000	0,036644	0,038946
1064	0,127897	-0.2788780	0,036151	0,036644
1065	0,125924	-0.4553000	0,038617	0,036151
1066	0,129377	-0.2042310	0,034671	0,036973
1067	0,126253	-0.5240270	0,037137	0,03204
1068	0,126088	-1.2007790	0,036808	0,031547
1069	0,124937	-0.4268550	0,038781	0,034342
1070	0,127404	-0.1733200	0,035986	0,035329
1071	0,126582	-0.8489210	0,036315	0,03763
1072	0,130692	-0.3993970	0,035164	0,035822
1073	0,125759	-0.3849280	0,038288	0,036151

1074	0,127404	-0.4692760	0,035329	0,037959
1075	0,128719	-0.0726950	0,036973	0,033191
1076	0,126417	-0.2446780	0,035822	0,039439
1077	0,125924	-0.8015680	0,033849	0,038288
1078	0,124608	-0.7464870	0,037137	0,038124
1079	0,128883	-0.1239940	0,037959	0,044536
1080	0,127075	-0.5689140	0,03763	0,035
1081	0,127897	-0.6956820	0,032369	0,038453
1082	0,125759	-0.1517810	0,036644	0,035164
1083	0,126417	-0.3257370	0,038946	0,038781
1084	0,12428	-0.5263290	0,033684	0,038124
1085	0,124773	-0.6542480	0,04059	0,039275
1086	0,124773	-0.4135370	0,036315	0,035822
1087	0,12839	-0.5779570	0,038288	0,039275
1088	0,126746	-0.3372470	0,036808	0,034835
1089	0,126582	-0.4502030	0,03763	0,035657
1090	0,124937	-0.2504330	0,038617	0,036808
1091	0,128061	-0.6988050	0,037302	0,039603
1092	0,127732	-0.3231060	0,038617	0,038124
1093	0,124937	-0.8504000	0,035164	0,038453
1094	0,125595	-0.3563190	0,036808	0,039768
1095	0,125266	-0.0776280	0,036151	0,036315
1096	0,127732	0.0491400	0,036973	0,035493
1097	0,127568	-0.1858160	0,037959	0,04059
1098	0,125924	-0.3586210	0,034506	0,037302
1099	0,123786	-0.2024220	0,037137	0,033849
1100	0,126253	-0.2282360	0,036151	0,039932
1101	0,126746	-0.6146230	0,036973	0,040426
1102	0,125266	-0.1861450	0,036644	0,034506
1103	0,125924	-0.7552010	0,037959	0,038453
1104	0,127404	-0.4395160	0,036479	0,037795
1105	0,126417	-0.4480650	0,037137	0,035657
1106	0,12691	-0.2190290	0,035822	0,032369
1107	0,12839	-0.7113010	0,036644	0,037137
1108	0,125595	-0.0176150	0,036151	0,039275
1109	0,126253	-0.4401730	0,038288	0,038288
1110	0,124115	-0.3405350	0,034178	0,036973
1111	0,125924	-0.5920970	0,03763	0,035
1112	0,124115	-0.5819030	0,038453	0,036151
1113	0,127239	-0.5444150	0,034178	0,038288
1114	0,125924	-0.1466840	0,035493	0,039603
1115	0,126417	-0.6899270	0,036644	0,033027
1116	0,12428	-0.0123530	0,037959	0,034835
1117	0,124937	-0.1841720	0,035822	0,037466
1118	0,126417	0.1295410	0,034506	0,039603

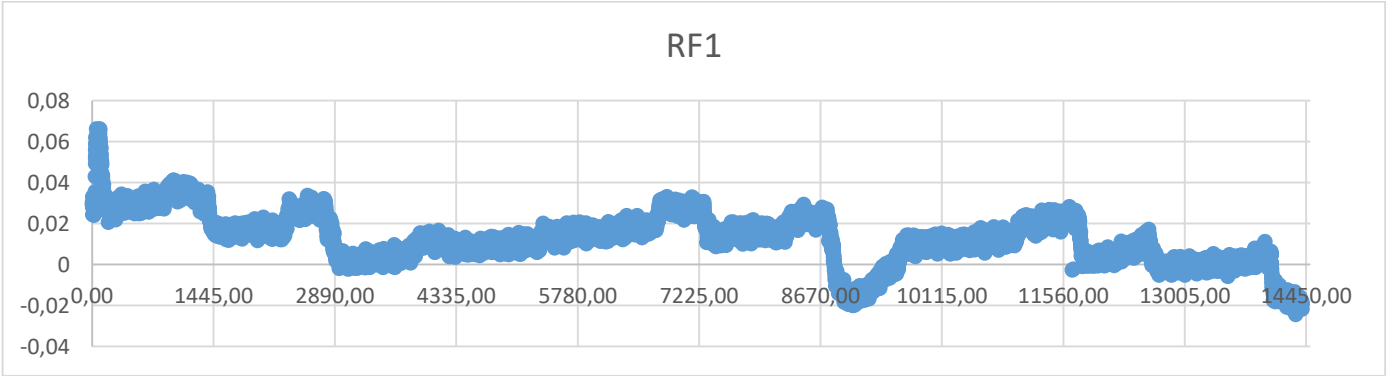
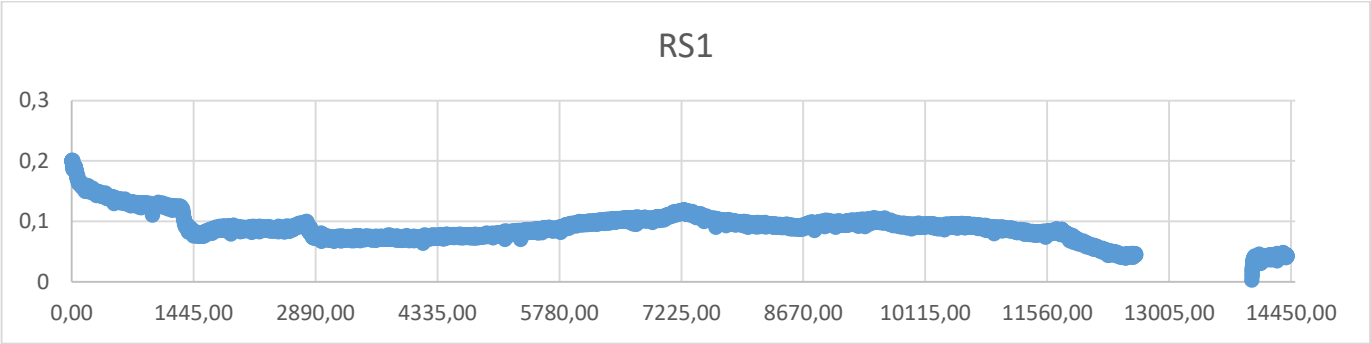
1119	0,123622	0.2586110	0,036644	0,038781
1120	0,125759	-0.3545110	0,036808	0,038453
1121	0,125595	-0.3663490	0,035329	0,034178
1122	0,125431	-0.4309660	0,037302	0,036644
1123	0,125759	-0.2925240	0,036973	0,036151
1124	0,125102	-0.3260660	0,037137	0,038453
1125	0,123951	-0.7497760	0,035	0,035329
1126	0,125431	-0.3508930	0,038288	0,036973
1127	0,126253	-0.0365230	0,033684	0,042892
1128	0,125102	-0.5685850	0,035822	0,035986
1129	0,127897	0.2813010	0,036479	0,038288
1130	0,123951	-0.5355370	0,040261	0,033684
1131	0,124608	-0.3918340	0,039768	0,036644
1132	0,123786	-0.4894990	0,038288	0,036151
1133	0,125102	-0.0335630	0,033849	0,04207
1134	0,125924	-0.2394170	0,038124	0,037795
1135	0,124937	-0.1387920	0,037137	0,035822
1136	0,126746	-0.5233700	0,033849	0,038124
1137	0,123129	-0.6578650	0,038453	0,035329
1138	0,124937	-0.2905510	0,033684	0,034013
1139	0,121485	-0.5013370	0,036315	0,037795
1140	0,124115	-0.2362930	0,036151	0,03352
1141	0,12132	-0.2507620	0,03763	0,036808
1142	0,126088	-0.1902550	0,036973	0,036315
1143	0,123951	-0.4171550	0,036644	0,038946
1144	0,125431	-0.0611860	0,036808	0,040919
1145	0,124115	-0.6624690	0,032533	0,035822
1146	0,12428	-0.2851260	0,033191	0,038617
1147	0,122471	-0.8096240	0,036151	0,041412
1148	0,125102	-0.5263290	0,034013	0,036973
1149	0,123458	-0.7219890	0,03763	0,038946
1150	0,123786	-0.8469480	0,039275	0,038288
1151	0,123458	-0.4289930	0,038946	0,03352
1152	0,1228	-0.5843690	0,037137	0,036151
1153	0,124608	-0.9763460	0,038124	0,038781
1154	0,124608	-0.2168910	0,036973	0,039275
1155	0,125924	-0.5251780	0,037302	0,03763
1156	0,124937	-0.2912090	0,035164	0,034342
1157	0,125924	-0.4980490	0,03763	0,035986
1158	0,125266	-0.3651980	0,036644	0,034671
1159	0,124608	-0.1624680	0,036151	0,039932
1160	0,125759	-0.4021920	0,039275	0,03763
1161	0,124773	-0.3665130	0,036315	0,042563
1162	0,121813	-0.2542150	0,037302	0,036973
1163	0,1228	-0.0943990	0,035822	0,035493

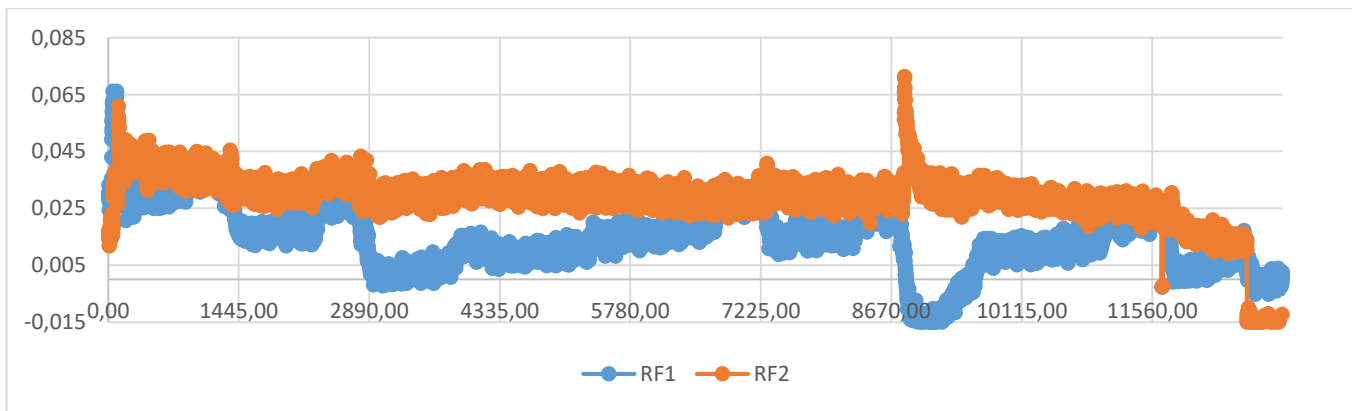
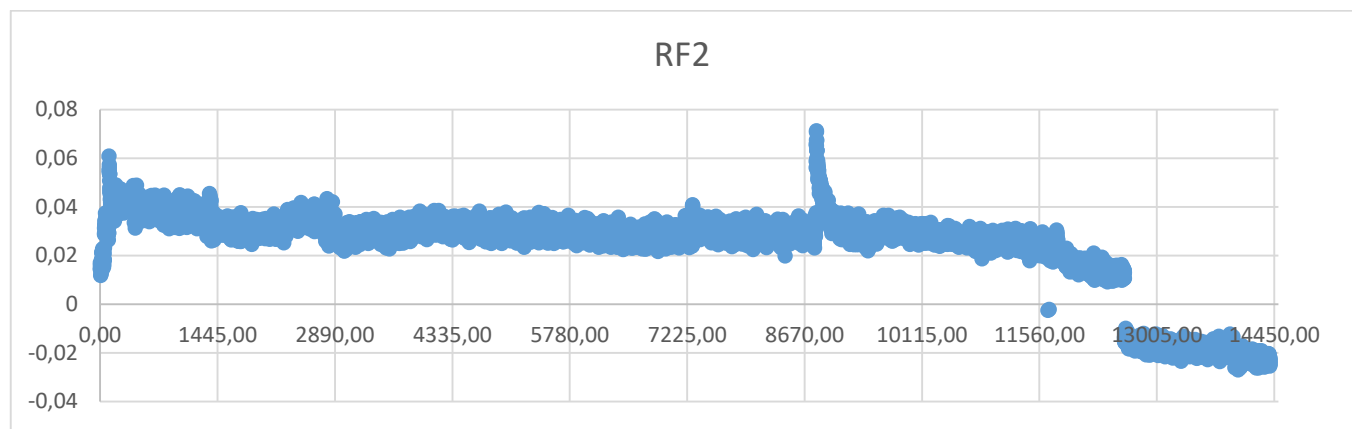
1164	0,123951	-0.6907490	0,038124	0,036315
1165	0,120991	-0.1529320	0,037959	0,037795
1166	0,125102	-0.4439550	0,035	0,037466
1167	0,123951	-0.6526040	0,039768	0,037795
1168	0,121813	-0.3921630	0,036315	0,039439
1169	0,125266	-0.4628630	0,035164	0,037795
1170	0,123129	-0.3015680	0,035493	0,036644
1171	0,122307	-0.9354050	0,036315	0,03763
1172	0,1228	-1.0477040	0,036973	0,037959
1173	0,125102	-0.5726960	0,035657	0,03352
1174	0,122471	-0.2928530	0,038453	0,035329
1175	0,124115	-0.2885780	0,035822	0,037466
1176	0,126582	-0.0332350	0,037959	0,035
1177	0,122307	-0.5672700	0,031711	0,038781
1178	0,123786	-0.1450400	0,034178	0,039768
1179	0,122307	-0.6358330	0,035	0,03763
1180	0,122307	-0.5702290	0,037137	0,035822
1181	0,124115	-0.0743390	0,036315	0,039768
1182	0,122635	-0.3911760	0,038781	0,036479
1183	0,123951	-0.6522750	0,034835	0,039768
1184	0,1228	-0.1499730	0,035493	0,035164
1185	0,123951	-0.2284010	0,034178	0,038288
1186	0,123293	-0.5309330	0,035657	0,034013
1187	0,12132	0.5631160	0,036973	0,036315
1188	0,120498	0.0721590	0,036808	0,035
1189	0,125595	0.1589720	0,035986	0,036315
1190	0,122142	0.0668970	0,035657	0,039603
1191	0,120498	-0.4000550	0,036973	0,035493
1192	0,118361	0.0262850	0,036315	0,035822
1193	0,123786	0.2188210	0,035164	0,031054
1194	0,122307	-0.2517480	0,035657	0,035
1195	0,122964	-0.5715450	0,036151	0,037466
1196	0,124444	-0.1942010	0,034178	0,037959
1197	0,122964	-0.2244550	0,034671	0,035986
1198	0,122307	-0.1565490	0,036315	0,037795
1199	0,123951	-0.2520770	0,033027	0,035493
1200	0,125266	-0.5388250	0,035	0,036479
1201	0,122964	-0.2099860	0,036151	0,035
1202	0,122964	-0.0958780	0,033849	0,039439
1203	0,123293	-0.3647050	0,036151	0,036315
1204	0,124608	-0.5462240	0,035329	0,035657
1205	0,121156	-0.7208380	0,034013	0,039275
1206	0,1228	-0.0771350	0,034835	0,037795
1207	0,122964	0.0063910	0,035822	0,036973
1208	0,123129	-0.3130770	0,034506	0,033191

1209	0,123129	-0.2963060	0,031547	0,036151
1210	0,122635	-0.3709530	0,034178	0,032205
1211	0,123951	-0.8212980	0,034013	0,03911
1212	0,122307	-0.4893350	0,033849	0,038453
1213	0,122964	-0.3862440	0,030889	0,036479
1214	0,122635	-0.2517480	0,035164	0,036479
1215	0,123622	-0.5524720	0,034342	0,037959
1216	0,123129	-0.6683880	0,03352	0,035657
1217	0,122964	0.0560450	0,035	0,033684
1218	0,124444	-0.1284340	0,032369	0,036644
1219	0,125759	-0.6396140	0,031382	0,036808
1220	0,124115	-0.1004820	0,030232	0,037466
1221	0,121978	-0.0373450	0,032698	0,037466
1222	0,125431	-0.4714130	0,033849	0,036973
1223	0,122142	-0.4668090	0,035657	0,036479
1224	0,122635	-0.9437910	0,034013	0,035657
1225	0,1228	-0.2195220	0,03352	0,03911
1226	0,123129	-0.2915380	0,034506	0,036151
1227	0,121649	0.4626560	0,034013	0,035164
1228	0,123951	0.0259570	0,034342	0,038617
1229	0,122471	-0.2376080	0,034013	0,036479
1230	0,122964	-0.5024880	0,033684	0,03763
1231	0,122471	-0.1364900	0,034342	0,032533
1232	0,120498	-1.0603640	0,034506	0,035657
1233	0,122635	-0.7479670	0,032862	0,03763
1234	0,122471	-1.0863430	0,035493	0,037302
1235	0,1228	-0.3648690	0,032533	0,039275
1236	0,123458	-1.0528010	0,032698	0,037795
1237	0,12428	-0.6614820	0,035	0,034013
1238	0,120991	-0.7903870	0,034178	0,035
1239	0,122307	-0.3591140	0,032205	0,037302
1240	0,121156	-0.7667110	0,034506	0,036479
1241	0,120498	-0.3459610	0,031876	0,036644
1242	0,125431	-0.2596400	0,034835	0,037466
1243	0,121156	-0.1384630	0,033356	0,036644
1244	0,11984	-0.3831200	0,033191	0,034835
1245	0,121978	-0.6632910	0,03352	0,037795
1246	0,121485	-0.7341560	0,035657	0,034835
1247	0,123786	-0.4058100	0,031382	0,036973
1248	0,124773	-0.6304070	0,033684	0,037959
1249	0,122635	-0.2524060	0,033027	0,036479
1250	0,122964	-0.4007130	0,03204	0,036973
1251	0,11984	-0.3962730	0,033356	0,035986
1252	0,12132	-0.4781540	0,034342	0,035164
1253	0,123786	-0.5089010	0,032533	0,036151

1254	0,123293	-0.7473090	0,035822	0,036808
1255	0,123458	-0.3747340	0,032698	0,036315
1256	0,123951	-0.3592790	0,03352	0,037795
1257	0,123458	-0.2451720	0,035822	0,034835
1258	0,123293	-0.2103150	0,036644	0,034671
1259	0,122307	0.0555520	0,033356	0,036315
1260	0,12132	-0.3862440	0,034013	0,036315
1261	0,122964	-0.3231060	0,031547	0,037795
1262	0,123951	-0.4498740	0,029738	0,037466
1263	0,123129	-0.2552010	0,036808	0,035986
1264	0,122307	-0.2739450	0,033191	0,036479
1265	0,122471	-0.8446460	0,03204	0,038617
1266	0,12132	-0.1218570	0,032369	0,037959
1267	0,1228	-0.4033430	0,032533	0,039275
1268	0,1228	-0.2390880	0,03204	0,036644
1269	0,123786	-0.3178450	0,033849	0,041248
1270	0,122635	-0.3347800	0,03204	0,039275
1271	0,121485	-0.1285980	0,034671	0,037959
1272	0,120662	-0.0294530	0,034506	0,038453
1273	0,123458	-0.3032120	0,034506	0,033849
1274	0,123293	-0.2719720	0,034342	0,036808
1275	0,125431	-0.4941030	0,033356	0,035164
1276	0,123293	-0.5209030	0,032698	0,036973
1277	0,121813	-0.2749320	0,031711	0,038124
1278	0,123293	-0.3939710	0,035822	0,033849
1279	0,122964	-0.3472760	0,034671	0,036644
1280	0,120334	-0.6386280	0,031218	0,036315
1281	0,121485	-0.0578970	0,032369	0,033027
1282	0,12132	-0.4151820	0,032369	0,034342
1283	0,121813	-0.2624360	0,031711	0,036315
1284	0,1228	-0.5092300	0,025792	0,035493
1285	0,120991	-0.6825280	0,031876	0,030725
1286	0,124115	-0.4898280	0,029903	0,036479
1287	0,125266	-0.8477700	0,029574	0,036973
1288	0,121813	-0.6211990	0,028752	0,03352
1289	0,12428	-0.6162670	0,030067	0,032862
1290	0,121978	-0.5628300	0,033356	0,034835
1291	0,123293	0.0539080	0,028587	0,034671
1292	0,122964	-0.3732550	0,029738	0,033027
1292	0,120991	-0.6387920	0,032698	0,036644

ANEXO 2. PRODUCCIÓN DE VOLTAJE VS CONCENTRACIÓN. DATOS RECOLECTADOS AL SUMINISTRAR EL ART.

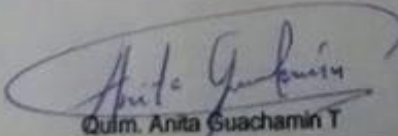




ANEXO 3. ANALISIS DEL SUELO.

Cliente: Paola Cevallos
No. Contacto:
Muestreo : Paola Cevallos
Proyecto: Páramo de Pichan- Riobamba
Fecha de recolección: 15/01/2018
Muestra Recibida: 15/01/2018
Tipo de muestra: suelo (decalorada por el cliente)
No. Reporte TCh: 1 18

Parámetro analizado	Valor	Unidades	Método de Ensayo
pH	5,35		Electroquímico
N Total	0,47	%	Kjeldahl
MO	2,62	%	Volumétrico
P total	0,10	%	Colorimétrico
K	0,02	%	A.A


Quím. Anita Guachamin T
Técnico responsable

CHEMICAL TOTAL CONSULTING
Consultoría Ambiental
AMBATO - Ecuador

tal Chemistry Se responsabiliza únicamente de los análisis
s resultados corresponden únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

ANEXO 4. ANALISIS DEL LODO.

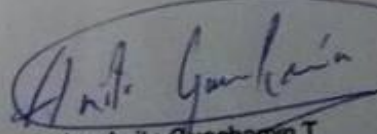
Cliente: Paola Cevallos
No. Contacto:
Muestreo : Paola Cevallos
Proyecto: Textilera Fashion Color
Fecha de
recoleccion: 15/01/2018

Muestra Recibida: 15/01/2018

Tipo de muestra: Lodo (decalorada por el cliente)

No. Reporte TCh: 1 19

Parámetro analizado	Valor	Unidades	Método de Ensayo
pH	6,09		Electroquímico
N Total	1,88	%	Kjeldahl
MO	21,08	%	Volumétrico
P total	0,90	%	Colorimétrico
K	0,13	%	AA


Quím. Anita Guachamin T

Técnico responsable

CHEMICAL TOTAL CONSULTING
Consultoría Química Total
AMBATO - ECUADOR

Se responsabiliza únicamente de los análisis
entregada por el cliente en esta fec